

**MODIFIKASI METODE *GRID* SEBAGAI *MARKER* PADA
PENGEMBANGAN APLIKASI *MARKER-BASED AUGMENTED
REALITY* UNTUK EFISIENSI WAKTU PROSES PEMBUATAN
MOTIF BATIK TULIS**

TESIS

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Magister Komputer

Disusun oleh:

Wahyu Teja Kusuma

NIM: 176150100111041



PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KOMPUTER
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019

PENGESAHAN

MODIFIKASI METODE *GRID* SEBAGAI *MARKER* PADA PENGEMBANGAN APLIKASI
MARKER-BASED AUGMENTED REALITY UNTUK EFISIENSI WAKTU PROSES
PEMBUATAN BATIK TULIS

TESIS

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Magister Komputer

Disusun Oleh :

Wahyu Teja Kusuma
NIM: 176150100111041

Tesis ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
30 Desember 2019

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Eng. Herman Tolle, S.T., M.T
NIP: 19740823 200012 1 001

Dr. Eng. Ahmad Afif Supianto, S.Si., M.Kom
NIK: 201201 820623 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Tri Astoto Kurniawan, S.T., M.T., Ph.D
NIP: 19710518 200312 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah Tesis ini tidak terdapat karya ilmiah yang diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah Tesis ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia Tesis ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (Magister) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 3 Januari 2020

Wahyu Teja Kusuma

NIM: 176150100111041

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, atas ilmu dan kemudahan pemahaman yang dikaruniakan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penyusunan tesis ini. Sholawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, yang menjadi teladan penulis dalam menuntut ilmu. Penyusunan tesis yang berjudul “MODIFIKASI METODE *GRID* SEBAGAI *MARKER* PADA PENGEMBANGAN APLIKASI *MARKER-BASED AUGMENTED REALITY* UNTUK EFISIENSI WAKTU PROSES PEMBUATAN BATIK TULIS” ini dilakukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Magister Komputer di Program Studi Magister Ilmu Komputer, Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya Malang.

Dalam penyusunan tesis ini, tidak semata-mata hasil kerja penulis sendiri, melainkan juga berkat bimbingan dan bantuan materi maupun non materi dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan doa, nasehat, kasih sayang dan kesabarannya dalam membesarkan dan mendidik penulis
2. Dr. Eng. Herman Tolle, S.T., M.T dan Dr. Eng. Ahmad Afif Supianto, S.Si., M.Kom selaku dosen pembimbing tesis yang telah bekerja keras membimbing penulis sehingga dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik.
3. Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya Malang yang telah memberikan beasiswa untuk menyelesaikan Program Studi Magister Ilmu Komputer.

Penulis menyadari bahwa penyusunan tesis ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik demi kebaikan dalam penyusunan tesis ini. Semoga tesis ini dapat memberikan kontribusi, manfaat, dan inspirasi bagi penelitian selanjutnya.

Malang, 3 Januari 2020

Penulis,

tejawahyu@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini terdiri dari 3 area penelitian, yaitu metode Grid, Marker-Based Augmented Reality, dan metode pembuatan Batik Tulis. Penelitian ini melakukan modifikasi metode Grid menjadi marker yang disebut vertex marker. Berdasarkan pengujian fungsional vertex marker berhasil digunakan untuk mereproduksi objek digital agar dapat diinteraksikan dengan tangan pengguna. Sehingga kelemahan dari Marker-Based Augmented Reality tentang keterbasan ukuran objek digital dalam jangkauan tangan dapat teratasi. Selanjutnya, vertex marker diimplementasikan pada pengembangan aplikasi Batik Tulis Marker-Based Augmented Reality untuk menyelesaikan masalah pada proses pembuatan motif Batik Tulis. Aplikasi Batik Tulis Marker-Based Augmented Reality dimanfaatkan untuk menggantikan tahap pembuatan sketsa motif Batik dan tahap menyalin sketsa motif Batik ke kain, karena kedua tahap tersebut menjadi masalah utama pada area penelitian metode pembuatan Batik Tulis sebelumnya. Berdasarkan pengujian waktu proses pembuatan motif Batik Tulis, aplikasi Batik Tulis Marker-Based Augmented Reality berhasil memberikan efisiensi waktu proses pembuatan motif Batik Tulis sebesar 80,24%. Efisiensi tersebut berhasil dilakukan karena dengan menggunakan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality*, pembatik dapat langsung menggambar motif Batik Tulis di kain, tidak perlu menyalin motif Batik ke kain yang menjadi kesulitan utama pada metode pembuatan Batik tradisional pada penelitian sebelumnya.

Kata kunci: *Vertex Marker, Augmented Reality, Grid*, Batik Tulis

ABSTRACT

This research consists of 3 research areas, namely the Grid method, Marker-Based Augmented Reality, and the method of making written batik. This research modifies the Grid method into a marker called a vertex marker. Based on functional testing vertex markers were successfully used to reproduce digital objects so that they could be interacted with the user's hands. So that the weaknesses of Marker-Based Augmented Reality about the limitations of the size of digital objects in the reach of the hand can be overcome. Furthermore, vertex markers are implemented in the development of Marker-Based Augmented Reality applications to solve problems in the process of making motifs. The application of Marker-Based Augmented Reality Written Batik is used to replace the stage of sketching the motif of Batik and the stage of copying the sketch of the Batik motif to the fabric, because these two stages are the main problems in the research area of the previous method of making Batik. Based on the testing time of the process of making written motifs, the Marker-Based Augmented Reality application succeeded in providing a time efficiency of the process of making written motifs of 80.24%. The efficiency was successfully carried out because by using the Marker-Based Augmented Reality Batik application, batik can directly draw Batik Motifs on fabric, there is no need to copy Batik motifs into cloth which is the main difficulty in the traditional Batik making method in previous studies.

Keywords: Vertex Marker, Augmented Reality, Grid, Batik Tulis

DAFTAR ISI

MODIFIKASI METODE <i>GRID</i> SEBAGAI <i>MARKER</i> PADA PENGEMBANGAN APLIKASI <i>MARKER-BASED AUGMENTED REALITY</i> UNTUK EFISIENSI WAKTU PROSES PEMBUATAN MOTIF BATIK TULIS	i
PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR DIAGRAM.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Pembahasan	4
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN	6
2.1 Tinjauan Studi	6
2.2 Tinjauan Pustaka	8
2.2.1 Metode Pembuatan Batik Tulis.....	8
2.2.2 Marker-Based Augmented Reality	9
2.2.3 Metode <i>Grid</i>	10
2.2.4 Teknik <i>Field-of-Vision</i> (FoV) dari Metode <i>Perspective Grid</i>	11
BAB 3 METODOLOGI	12
3.1 Studi Pustaka.....	13
3.2 Analisis Kebutuhan	13
3.3 Perancangan	13

3.4 Pengembangan	13
3.5 Pengujian dan Analisis Hasil.....	14
BAB 4 Analisis Kebutuhan dan Perancangan	15
4.1 Analisis Kebutuhan	15
4.1.1 Analisis Kebutuhan Perancangan <i>Vertex Marker</i>	15
4.1.2 Analisis Kebutuhan Perancangan Aplikasi Batik Tulis <i>Marker-Based Augmented Reality</i>	19
4.2 Perancangan	19
4.2.1 Perancangan <i>Vertex Marker</i> : Modifikasi Metode <i>Grid</i>	19
4.2.2 Perancangan Aplikasi Batik Tulis <i>Marker-Based Augmented Reality</i>	21
BAB 5 Pengembangan	25
5.1 Pengembangan <i>Vertex Marker</i>	25
5.1.1 Jangkauan Tangan Pengguna	26
5.1.2 Menentukan Dimensi <i>Grid</i>	26
5.1.3 Memotong Objek Digital	27
5.1.4 Memodifikasi <i>Grid</i>	27
5.1.5 Memproduksi Marker	28
5.1.6 Memasang <i>Vertex Marker</i> di Kain.....	29
5.2 Pengembangan Aplikasi <i>Marker-Based Augmented Reality</i>	30
5.2.1 Vuforia Developer Portal	30
5.2.2 Vuforia Engine	32
BAB 6 Pengujian dan analisis hasil	43
6.1 Pengujian Fungsional	43
6.1.1 Desain Pengujian Fungsional	43
6.1.2 Analisis Hasil Pengujian Fungsional.....	45
6.2 Pengujian Waktu Proses Pembuatan Motif Batik.....	53
6.2.1 Desain Pengujian Waktu Proses Pembuatan Motif Batik.....	53
6.2.2 Analisis Hasil Pengujian Waktu Proses Pembuatan Motif Batik .	60
BAB 7 PENUTUP	63
7.1 Kesimpulan.....	63
7.2 Saran	63

DAFTAR RUJUKAN	64
----------------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Alat dan Bahan Kasus Uji Pengukuran Ukuran Maksimal Objek Digital yang Dapat Ditampilkan pada Aplikasi Marker-Based Augmented Reality Dalam Jarak Jangkauan Tangan Pengguna.....	16
Tabel 4.2 Daftar Kebutuhan Fungsional <i>Vertex Marker</i>	18
Tabel 4.3 Daftar Kebutuhan Fungsional Aplikasi	19
Tabel 4.4 <i>Use Case Scenario</i> Menangkap <i>Marker</i>	22
Tabel 4.5 <i>Use Case Scenario</i> Melihat Objek Motif Batik Tulis	22
Tabel 5.1 Spesifikasi Minimum Perangkat Bergerak.....	32
Tabel 5.2 Pengaturan Posisi dan Ukuran <i>Image Target</i>	37
Tabel 5.3 Pengaturan Posisi, Rotasi, Ukuran dari <i>Quad Object</i>	40
Tabel 6.1 Detail Kasus Uji Mereproduksi Objek Digital Berukuran Besar.....	44
Tabel 6.2 Detail Kasus Uji Menangkap <i>Marker</i>	44
Tabel 6.3 Detail Kasus Uji Melihat Objek Motif Batik Tulis.....	44
Tabel 6.4 Detail Kasus Uji Pengukuran Jarak Ideal	44
Tabel 6.5 Detail Kasus Uji Pengukuran Sudut Ideal	45
Tabel 6.6 Detail Kasus Uji Pengukuran Luas Permukaan <i>Vertex Marker</i> yang Tertutupi	45
Tabel 6.7 Dokumentasi dari Kasus Uji Mereproduksi Objek Digital Berukuran Besar	47
Tabel 6.8 Dokumentasi Kasus Uji Menangkap <i>Marker</i> dan Melihat Objek Motif Batik Tulis	48
Tabel 6.9 Dokumentasi Kasus Uji Pengukuran Jarak Ideal.....	49
Tabel 6.10 Dokumentasi Kasus Uji Pengukuran Sudut Ideal	50
Tabel 6.11 Dokumentasi Kasus Uji Pengukuran Luas <i>Vertex Marker</i> yang Tertutupi	51
Tabel 6.12 Lingkungan Kerja dan Subjek Penelitian	54
Tabel 6.13 Elemen Proses dan Perlakuan Pembuatan Motif Batik Metode Tradisional.....	55
Tabel 6.14 Elemen Proses dan Perlakuan dari Kasus Uji Pengukuran Waktu Proses Pembuatan Motif Batik Menggunakan Aplikasi Batik Tulis <i>Marker-Based Augmented Reality</i>	57
Tabel 6.15 Tugas Subjek Penelitian.....	58

Tabel 6.16 Pengukuran Waktu Proses Pembuatan Motif Batik Metode Tradisional	58
Tabel 6.17 Tugas Subjek Penelitian.....	59
Tabel 6.18 Hasil Pengukuran Waktu Proses Pembuatan Motif Batik Menggunakan Aplikasi Batik Tulis <i>Marker-Based Augmented Reality</i>	59
Tabel 6.19 Analisis Hasil Pengujian Waktu Proses Pembuatan Motif Batik Metode Tradisional	61
Tabel 6.20 Analisis Hasil Pengujian Waktu Proses Pembuatan Motif Batik Menggunakan Aplikasi Batik Tulis <i>Marker-Based Augmented Reality</i>	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Dokumentasi Penelitian <i>Marker-Based Augmented Reality</i>	7
Gambar 2.2 Ilustrasi Kelemahan Penelitian Aplikasi <i>Marker-Based Augmented Reality</i> Saat Ini.....	7
Gambar 2.3 Area Penelitian	8
Gambar 2.4 Metode Pembuatan Batik Tulis.....	8
Gambar 2.5 Proses Pembatikan.....	9
Gambar 2.6 Alur Kerja <i>Marker-Based Augmented Reality</i>	10
Gambar 2.7 Ilustrasi penerapan metode <i>Grid</i>	10
Gambar 2.8 Teknik <i>Field-of-Vision</i> (FoV).....	11
Gambar 3.1 Metodologi Penelitian.....	12
Gambar 4.1 Tahapan Perancangan.....	15
Gambar 4.2 Ilustrasi Kasus Uji Pengukuran Ukuran Maksimal Objek Digital Dalam Jangkauan Tangan Pengguna Menggunakan Teknik <i>Field-of-Vision</i> (FoV).....	17
Gambar 4.3 Ukuran Maksimal Objek Digital yang Dapat Ditampilkan pada Aplikasi <i>Marker-Based Augmented Reality</i> Dalam Jarak Jangkauan Tangan Maksimal Masyarakat Indonesia	18
Gambar 4.4 Memodifikasi Metode <i>Grid</i> Menjadi <i>Vertex Marker</i>	20
Gambar 4.5 <i>Vertex Marker</i> yang Tertangkap Kamera <i>Augmented Reality</i>	21
Gambar 4.6 Irisan <i>Vertex Marker</i>	21
Gambar 4.7 <i>Use Case Diagram</i>	21
Gambar 4.8 <i>Activity Diagram</i> Menangkap <i>Marker</i>	23
Gambar 4.9 <i>Activity Diagram</i> Melihat Objek Motif Batik Tulis.....	23
Gambar 4.10 Gambaran Aplikasi Batik Tulis <i>Augmented Reality</i>	24
Gambar 5.1 Arsitektur Pengembangan Aplikasi Batik Tulis <i>Augmented Reality</i> ..	25
Gambar 5.2 Alur Pengembangan <i>Vertex Marker</i>	26
Gambar 5.3 Memotong Objek Digital Menggunakan Metode <i>Grid</i>	27
Gambar 5.4 Modifikasi <i>Grid</i> Menjadi <i>Vertex Marker</i>	28
Gambar 5.5 Hasil Produksi <i>Marker</i>	29
Gambar 5.6 Gambaran Pemasangan <i>Vertex Marker</i>	29
Gambar 5.7 Alur Pengembangan Aplikasi pada <i>Vuforia Developer Portal</i>	30
Gambar 5.8 Database pada <i>Vuforia Developer Portal</i>	30

Gambar 5.9 Unggahan Vertex Marker	31
Gambar 5.10 <i>License Key</i>	31
Gambar 5.11 Struktur <i>Engine</i> dari Pengembangan Aplikasi.....	32
Gambar 5.12 Alur Pengembangan Aplikasi pada <i>Vuforia Framework</i> di <i>Unity</i>	33
Gambar 5.13 Mengaktifkan <i>AR Camera</i>	34
Gambar 5.14 Mengaktifkan <i>Vuforia Augmented Reality Supported</i>	34
Gambar 5.15 Menambahkan <i>License Key</i>	35
Gambar 5.16 Mengunduh Target Database	35
Gambar 5.17 Mengimport Target Database	35
Gambar 5.18 Menambahkan <i>Image Target</i>	36
Gambar 5.19 Mengisi <i>Image Target</i> dengan <i>Vertex Marker</i>	36
Gambar 5.20 Mengatur Posisi dan Ukuran <i>Image Target</i>	37
Gambar 5.21 Menambahkan <i>Quad Object</i>	38
Gambar 5.22 Mengimport Objek Digital.....	38
Gambar 5.23 Membuat Material dari Objek Digital	39
Gambar 5.24 <i>Albedo-Main Maps</i> pada <i>Inspector</i> dari <i>Material</i>	39
Gambar 5.25 Memasukkan <i>Material</i> ke <i>Quad Object</i>	40
Gambar 5.26 Pengaturan <i>Scenes in Build</i> dan <i>Platform</i>	41
Gambar 5.27 Pengaktifan <i>Vuforia Augmented Reality Supported</i> pada <i>Player Settings</i>	41
Gambar 6.1 Tahapan Pengujian.....	43
Gambar 6.2 Desain Pengujian Waktu Proses Pembuatan Motif Batik	54
Gambar 6.3 Jarak yang dibutuhkan untuk Dapat Menampilkan Objek Digital Berukuran A1	56
Gambar 6.4 Desain Motif Batik.....	56
Gambar 6.5 Proses Pembuatan Motif Batik Cara Tradisional.....	58
Gambar 6.6 Dokumentasi proses pembuatan motif Batik menggunakan aplikasi Batik Tulis <i>Marker-Based Augmented Reality</i>	59
Gambar 6.7 Perbandingan Elemen Proses Pembuatan Motif Batik	60
Gambar 6.8 Pembuatan Motif Batik Menggunakan Aplikasi Batik Tulis <i>Marker-Based Augmented Reality</i>	62

DAFTAR DIAGRAM

Diagram 6.1 Perbandingan Waktu Proses Pembuatan Motif Batik.....	62
--	----

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Batik Tulis membawa dampak positif bagi perekonomian masyarakat Indonesia. Tapi, untuk membuat Batik Tulis membutuhkan proses panjang dan waktu yang lama. Metode pembuatan Batik Tulis terdiri dari tahap pemotongan, pembatikan, pewarnaan, pengeringan, lorod, dan pengeringan. Total waktu yang dihabiskan untuk membuat Batik Tulis adalah 7.353 menit. Tahap pembatikan adalah tahap yang paling banyak menghabiskan waktu. Waktu yang dibutuhkan pada tahap pembatikan adalah 4.400 menit. Artinya, 60% dari total waktu metode pembuatan Batik Tulis dihabiskan oleh tahap pembatikan. Tahap pembatikan paling banyak menghabiskan waktu karena banyak terjadi kesalahan akibat kurang telitnya pembatik saat menggambar motif Batik dengan pensil di kain (Rinawati et al., 2013).

Marker-Based Augmented Reality adalah teknologi yang mampu menampilkan objek digital ke dalam dunia nyata. Pengembangan aplikasi *Marker-Based Augmented Reality* kini menjadi tren penelitian karena dinilai memiliki banyak kelebihan. Dinilai dari sisi interaksi manusia dengan komputer, kelebihan *Marker-Based Augmented Reality* adalah memberikan kemudahan, mempertahankan pembelajaran yang kolaboratif, tidak membatasi keleluasaan pergerakan tangan, interaktif, dan mempertahankan interaksi alami pengguna (Adrianto et al., 2016; Chun et al., 2017; Taçgin et al., 2016; Vora et al., 2018). Dinilai dari sisi produksi, kelebihan dari *Marker-Based Augmented Reality* adalah dapat menghemat waktu produksi, menghasilkan efisiensi proses, dan meningkatkan produktifitas (Li et al., 2017). Dinilai dari sisi pemasaran, kelebihan *Marker-Based Augmented Reality* adalah meningkatkan daya minat, meningkatkan pemahaman informasi, dan memberikan pengalaman nyata (Adrianto et al., 2016; Chun et al., 2017; Waruwu et al., 2015).

Marker-Based Augmented Reality menampilkan objek digital ke dalam dunia nyata berdasarkan marker. Marker berfungsi sebagai acuan sistem untuk menentukan posisi dan orientasi dari objek digital. Jadi, kamera Augmented Reality terlebih dahulu akan mendeteksi marker untuk menentukan posisi dan orientasi dari objek digital yang hendak ditampilkan. Dengan menerapkan teknologi *Marker-Based Augmented Reality*, pengguna dapat berinteraksi dengan objek digital dan dunia nyata secara bersamaan melalui layar smartphone secara realtime.

Penelitian ini memanfaatkan kemampuan dan kelebihan dari teknologi *Marker-Based Augmented Reality* untuk mengatasi banyaknya kesalahan pembatik saat menggambar motif Batik di kain. Objek digital yang digunakan pada pengembangan aplikasi *Marker-Based Augmented Reality* dapat menggunakan gambar motif Batik. Sedangkan *marker* dipasangkan di kain untuk menampilkan objek motif Batik di kain. Dengan menggunakan aplikasi *Marker-Based Augmented Reality* pembatik tidak perlu menggambar motif Batik dengan pensil di kain karena

motif Batik langsung ditampilkan di permukaan kain oleh aplikasi, sehingga diharapkan dapat mengurangi waktu proses pembuatan motif Batik.

Namun, berdasarkan analisis dari tinjauan pustaka, teknologi *Marker-Based Augmented Reality* memiliki batasan ukuran objek digital yang disebabkan oleh kebutuhan interaksi dengan tangan pengguna. Terbatasnya ukuran objek digital disebabkan oleh peletakan *marker* dan media *marker* yang terbatas dalam jangkauan tangan untuk kebutuhan interaksi pengguna. Sehingga ukuran maksimal dari objek digital yang dapat ditampilkan adalah relatif kecil. Batasan ukuran objek digital yang dapat ditampilkan oleh aplikasi *Marker-Based Augmented Reality* dalam jarak jangkauan tangan menjadi masalah juga pada penelitian ini dan pada kasus-kasus penelitian yang membutuhkan interaksi objek digital berukuran besar dengan tangan pengguna.

Batasan ukuran objek digital yang dapat ditampilkan oleh aplikasi *Marker-Based Augmented Reality* menjadi masalah karena untuk dapat berinteraksi dengan bagian pojok atau tepi dari objek motif Batik Tulis di kain, pengguna harus mundur menjauh sampai *marker* dan bagian yang dituju masuk kedalam area pandang kamera *Augmented Reality*. Padahal, proses pembuatan motif Batik hanya dapat dilakukan jika tangan dapat menjangkau kain. Oleh karena itu, penelitian ini akan menghasilkan aplikasi *Marker-Based Augmented Reality* yang diharapkan dapat menginteraksikan objek motif Batik di kain bagian manapun dengan tangan pengguna.

Penelitian ini memiliki gagasan untuk memotong objek motif Batik yang seluas kain menjadi bagian-bagian lebih kecil agar terjangkau tangan dan mereproduksi bagian-bagian potongannya seolah-olah tetap utuh saat ditampilkan pada aplikasi. Artinya, dibutuhkan metode yang mampu memotong dan mereproduksi objek motif Batik Tulis dengan akurat. Menurut (Flowers, 2014; McArdle, 2018; Nies, 2008; South, 2017) metode yang efektif untuk mereproduksi gambar dengan mementingkan akurasi adalah metode *Grid*. Metode *Grid* adalah cara menggambar dengan menggunakan garis bantu.

Pada penelitian ini, garis bantu dari metode *Grid* dimanfaatkan untuk memotong objek motif Batik menjadi bagian yang lebih kecil sesuai dengan luas area pandang kamera pada jangkauan tangan pengguna. *Grid* secara utuh akan dideteksi sebagai satu *marker*, sehingga *Grid* juga dimodifikasi agar dapat digunakan sebagai *marker* untuk menampilkan setiap potongan objek motif Batik pada aplikasi *Marker-Based Augmented Reality*. Dengan menggunakan *marker* yang mewarisi sifat dari metode *Grid*, maka keutuhan dari objek motif Batik saat ditampilkan tetap terjaga dan dapat ditampilkan dalam jangkauan tangan.

Kekuatan dari penelitian ini adalah menghasilkan *marker* yang menjadi keterbaruan pada area penelitian *Marker-Based Augmented Reality*. *Marker* dari metode *Grid* yang telah dimodifikasi ini dapat diandalkan untuk menampilkan objek digital berukuran besar dengan tetap terjangkau tangan pengguna. Selain itu, penelitian ini juga berkontribusi menghasilkan aplikasi *Batik Tulis Marker-Based Augmented Reality*. Dengan menggunakan aplikasi *Batik Tulis Marker-*

Based Augmented Reality, pembatik tidak perlu membuat sketsa motif Batik di kertas dan menyalin sketsa motif Batik ke kain sehingga dapat mengefisiensi waktu proses pembuatan motif Batik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah diuraikan diatas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Seberapa ukuran maksimal dari objek digital yang dapat ditampilkan oleh aplikasi *Marker-Based Augmented Reality* pada jarak jangkauan tangan masyarakat Indonesia?
2. Apakah *marker* dari hasil modifikasi metode *Grid* dapat berfungsi untuk mereproduksi objek digital berukuran besar?
3. Apakah aplikasi *Marker-Based Augmented Reality* yang menggunakan *marker* hasil dari modifikasi metode *Grid* dapat berfungsi untuk menampilkan objek motif Batik berukuran besar dalam jangkauan tangan pengguna?
4. Seberapa besar efisiensi waktu dan proses pembuatan motif Batik menggunakan aplikasi *Marker-Based Augmented Reality* jika dibandingkan dengan menggunakan metode tradisional?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui ukuran maksimal dari objek digital yang dapat ditampilkan oleh aplikasi *Marker-Based Augmented Reality* pada jarak jangkauan tangan masyarakat Indonesia.
2. Mengetahui fungsional *marker* hasil dari modifikasi metode *Grid* untuk mereproduksi objek digital berukuran besar.
3. Mengetahui fungsional aplikasi *Marker-Based Augmented Reality* yang menggunakan *marker* hasil dari modifikasi metode *Grid* untuk menampilkan objek motif Batik berukuran besar dalam jangkauan tangan pengguna.
4. Mengetahui perbandingan waktu proses pembuatan motif Batik menggunakan cara tradisional dibandingkan dengan menggunakan aplikasi *Marker-Based Augmented Reality*.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat:

1. Dibidang multimedia, menemukan metode *marker* baru pada teknologi *Marker-Based Augmented Reality* yang dapat diandalkan untuk mereproduksi dan menampilkan objek digital berukuran besar dalam jangkauan tangan.
2. Dibidang industri Batik Tulis, dapat mempersingkat waktu produksi pembuatan motif Batik.

3. Dibidang kebudayaan, sebagai upaya pelestarian Batik Tulis di era modern.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak menyimpang dari tujuan yang ingin dicapai, dibuat batasan masalah sebagai berikut:

1. Metode yang dikembangkan adalah metode pembuatan Batik Tulis Indonesia dan metode *Grid*.
2. Aplikasi dibuat dengan teknologi *Marker-Based Augmented Reality* menggunakan *Vuforia Software Development Kit*.
3. Hasil yang didapat berupa aplikasi untuk menampilkan motif Batik dikain dalam jangkauan tangan dan *marker* yang dapat digunakan untuk mereproduksi objek digital berukuran besar agar dapat diinteraksikan dengan tangan pengguna.

1.6 Sistematika Pembahasan

Bab I Pendahuluan

Berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah dan sistematika penulisan.

Bab II Landasan Kepustakaan

Membahas tentang kajian pustaka dan dasar teori yang berhubungan dengan metode pembuatan Batik Tulis, teknologi *Marker-Based Augmented Reality*, dan metode *Grid*.

Bab III Metodologi

Membahas tentang tahapan-tahapan kerja dalam penelitian ini.

Bab IV Analisis Kebutuhan dan Perancangan

Membahas mengenai analisis kebutuhan dan perancangan dari modifikasi metode *Grid* menjadi *marker* dan perancangan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality*.

Bab V Pengembangan

Membahas tentang pengembangan pengembangan *marker* hasil dari modifikasi metode *Grid*, dan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality*.

Bab VI Pengujian dan Analisis Hasil

Membahas pengujian fungsional *marker* yang dihasilkan dari modifikasi metode *Grid* dan pengujian waktu proses pembuatan Motif Batik. Menganalisis fungsional *marker* yang dihasilkan dari modifikasi metode *Grid* dan menganalisis waktu proses pembuatan motif Batik menggunakan aplikasi *Marker-Based Augmented Reality* dan metode tradisional.

Bab VIII Penutup

Memuat kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

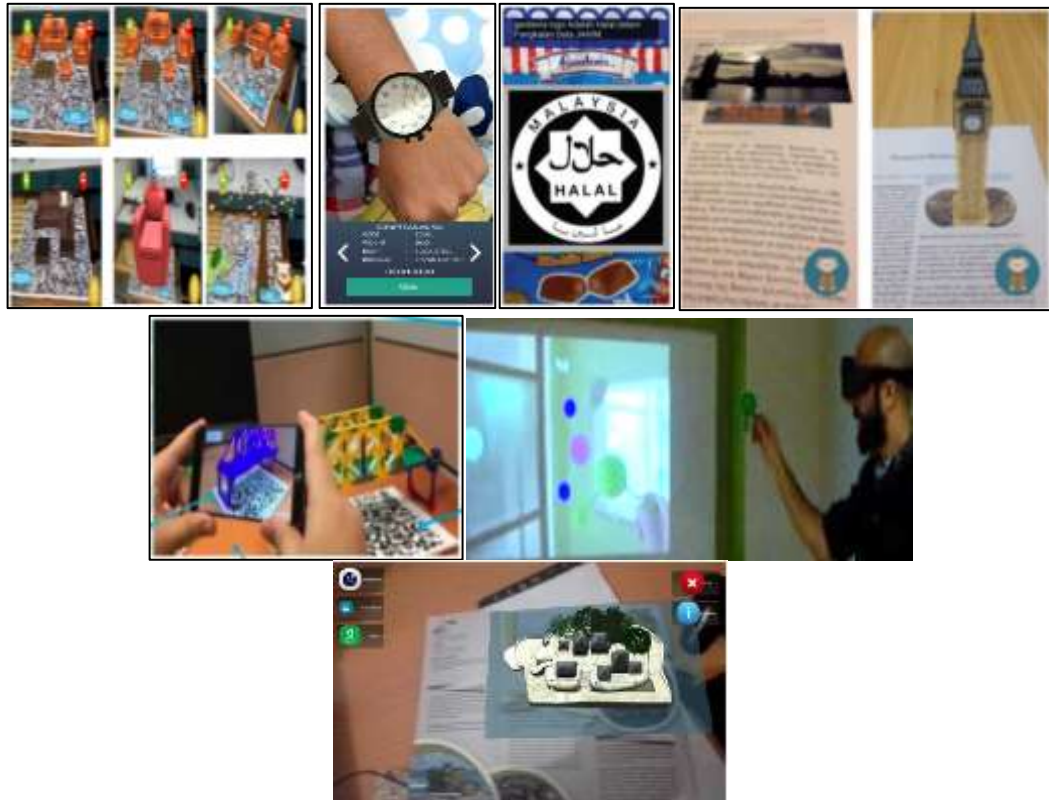
2.1 Tinjauan Studi

Augmented Reality adalah teknologi yang *dapat* menyajikan objek digital ke dalam dunia nyata. Pengguna dapat berinteraksi dengan objek digital dan dunia nyata secara bersamaan melalui layar smartphone secara realtime. Jadi, dalam tahap pengembangan aplikasinya, perlu mengaktifkan kamera *Augmented Reality*. *Marker-Based Augmented Reality* berarti teknologi yang dapat menyajikan objek digital di dunia nyata berdasarkan *marker*. *Marker* berfungsi sebagai acuan sistem untuk menentukan posisi dan orientasi dari objek digital. Jadi, *sistem Augmented Reality* terlebih dahulu akan mendeteksi *marker* untuk menentukan posisi dan orientasi dari objek digital yang hendak ditampilkan.

Penelitian tentang *marker* selama ini berfokus pada kehandalan *marker*. *Marker* yang handal adalah *marker* yang mudah dideteksi dan tidak ambigu. Jenis-jenis *marker* yang telah dihasilkan dari penelitian-penelitian *Marker-Based Augmented Reality*, yaitu *templates markers*, *2D barcode markers*, dan *Imperceptible markers* (Siltanen, 2012). Saat ini bahkan telah berkembang *marker* berupa *kubus, tabung, dan objek 3D* (Inc, 2019).

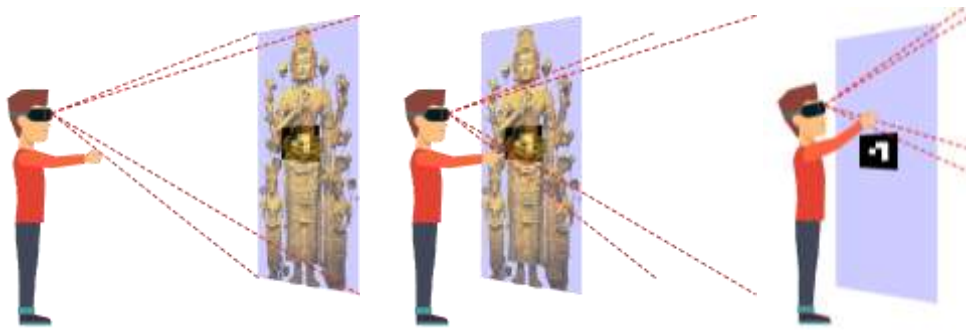
Padahal, aplikasi *Marker-Based Augmented Reality* memiliki kelemahan. Berdasarkan studi pustaka, kelemahan dari pengembangan aplikasi *Marker-Based Augmented Reality* yang dijumpai adalah terbatasnya ukuran objek digital karena kebutuhan interaksi dengan pengguna. Kelemahan itu terjadi karena luas area pandang kamera *Augmented Reality* dibatasi oleh peletakan *marker* yang terjangkau tangan pengguna. Pada bidang *Teaching and Learning*, *marker* dapat berupa gambar pada halaman buku, Tabel kimia, atau melekat pada media pembelajaran yang menyebabkan ukuran dari objek digital yang ditampilkan menyesuaikan tempatnya. Pada bidang *Product and Marketing*, pelanggan selalu ingin langsung merasakan dan menggunakan produk untuk mendapatkan informasi lebih. Hasil-hasil dari penelitian tentang pengembangan aplikasi *Marker-Based Augmented Reality* saat ini, ditunjukkan dalam Gambar 2.1 (Abhijitsinh Jadeja, Richa Mehta, 2016; Adrianto et al., 2016; Chun et al., 2017; Li et al., 2017; Taçgın et al., 2016; Vora et al., 2018). Sedangkan ilustrasi dari kelemahan dari aplikasi *Marker-Based Augmented Reality* saat ini, ditunjukkan dalam Gambar 2.2.

Berdasarkan permasalahan tersebut, ide yang ajukan adalah mereproduksi objek digital berukuran besar agar terjangkau tangan. Mereproduksi artinya memotong objek digital yang berukuran besar menjadi banyak bagian dan *marker* pada setiap potongan harus dapat menampilkan objek digital seolah-olah menyambung atau tetap utuh. Kunci dari kesinambungan antar potongan objek digital agar tetap utuh adalah akurasi. Berdasarkan tinjauan pustaka, telah ditemukan metode yang efektif untuk mereproduksi gambar dengan mementingkan akurasi, yang disebut metode *Grid* (McArdle, 2018; South, 2017). Metode *Grid* adalah cara menggambar dengan menggunakan garis bantu horizontal dan vertikal yang disebut *edge*.



Gambar 2.1 Dokumentasi Penelitian *Marker-Based Augmented Reality*

(Abhijitsinh Jadeja, Richa Mehta, 2016; Adrianto et al., 2016; Chun et al., 2017; Li et al., 2017; Lytridis et al., 2018; Taçgın et al., 2016; Waruwu et al., 2015)

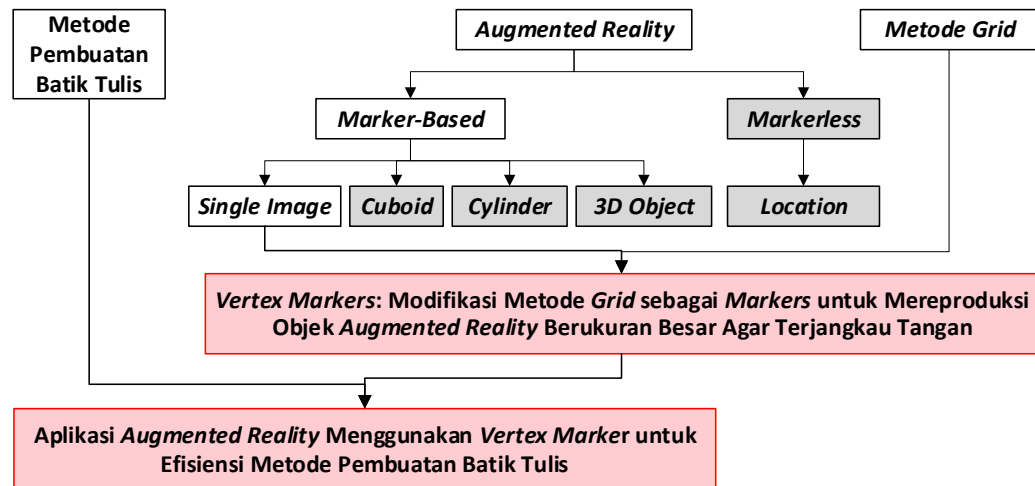


Gambar 2.2 Ilustrasi Kelemahan Penelitian Aplikasi Marker-Based Augmented Reality Saat Ini

(Kusuma et al., 2019)

Sehingga penelitian ini diawali dengan penelitian yang bertujuan untuk memodifikasi metode *Grid* menjadi *marker*, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.3. Modifikasi metode *Grid* menghasilkan *vertex marker* yang merupakan kontribusi dan kekuatan dari penelitian ini. *Vertex marker* adalah *marker* yang mewarisi sifat dan kelebihan dari metode *Grid*. *Vertex marker* dapat diandalkan untuk mereproduksi dan menampilkan objek digital berukuran besar dengan tetap terjangkau tangan pengguna. *Vertex marker* juga dapat mempertahankan kesinambungan antar potongan objek digital tetap utuh.

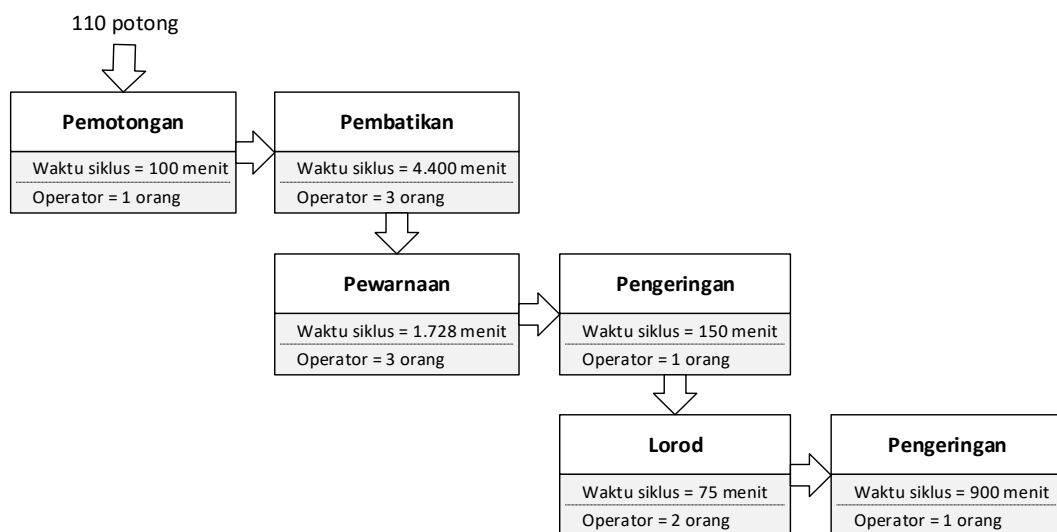
Sedangkan pada domain metode pembuatan Batik Tulis, ditemukan masalah pada tahap pembatikan. Tahap pembatikan adalah proses membuat motif batik dan mencanting yang membutuhkan waktu siklus sebesar 4.400 menit yang dikerjakan oleh 3 orang operator. Banyaknya waktu yang dihabiskan disebabkan oleh banyaknya kesalahan yang terjadi saat menggambar motif Batik menggunakan pensil (Rinawati et al., 2013). Dengan menerapkan teknologi *Marker-Based Augmented Reality* diharapkan dapat menyelesaikan masalah pada proses pembuatan motif Batik, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Area Penelitian

2.2 Tinjauan Pustaka

2.2.1 Metode Pembuatan Batik Tulis

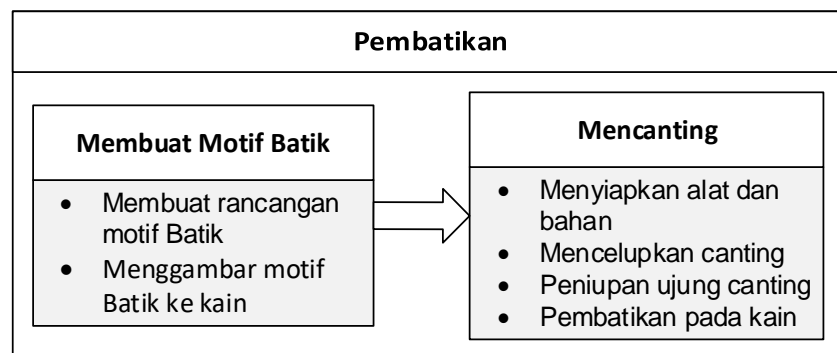


Gambar 2.4 Metode Pembuatan Batik Tulis

(Rinawati et al., 2013)

Metode pembuatan Batik Tulis ditunjukkan dalam Gambar 2.4. Metode pembuatan Batik Tulis terdiri dari proses pemotongan, pembatikan, pewarnaan,

pengeringan, lorod, dan pengeringan. Total waktu yang dihabiskan untuk membuat Batik Tulis adalah 5.749 menit. Pertama, pemotongan adalah tahap memotong kain mori dengan waktu siklus 100 menit yang dikerjakan oleh seorang operator. Kedua, pembatikan adalah tahap membuat motif Batik dan mencanting dengan waktu siklus 4.400 menit yang dikerjakan oleh 3 orang operator. Proses dari tahap pembatikan meliputi membuat motif batik dan mencanting yang ditunjukkan dalam Gambar 2.5 (Rinawati et al., 2013). Ketiga, pewarnaan adalah tahap mewarnai kain dengan waktu siklus 1.728 menit yang dikerjakan oleh 3 orang operator. Keempat, pengeringan adalah tahap mengeringkan hasil dari tahap pewarnaan yang bertujuan untuk meresapkan warna pada kain dengan waktu siklus 150 menit yang dikerjakan oleh seorang operator. Kelima, lorod adalah proses menghilangkan malam dari kain dengan waktu siklus 75 menit yang dikerjakan oleh 2 orang operator. Keenam, pengeringan ini adalah tahap pengeringan kain setelah semua proses telah selesai dengan waktu siklus 900 menit yang dikerjakan oleh seorang operator. Tahap pembatikan merupakan tahap yang paling banyak memakan waktu karena kurangnya ketelitian operator saat menggambar motif Batik menggunakan pensil di kain (Rinawati et al., 2013).

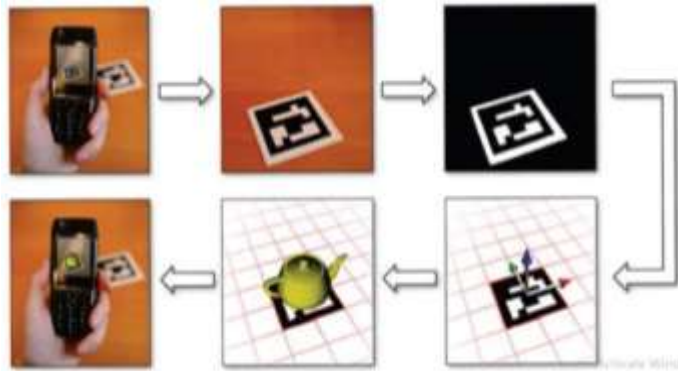


Gambar 2.5 Proses Pembatikan

2.2.2 Marker-Based Augmented Reality

Augmented Reality adalah teknologi yang dapat membawa objek digital ke dalam dunia nyata sehingga pengguna dapat berinteraksi dengan natural dan masih dapat merasakan lingkungan nyata disekitarnya (Abhijitsinh Jadeja, Richa Mehta, 2016; Chun et al., 2017; Li et al., 2017; Schueffel, 2017; Vora et al., 2018). Sederhananya, *Marker-Based Augmented Reality* adalah teknologi *Augmented Reality* yang membutuhkan *marker* untuk dapat menjalankan sistemnya. Alur kerja aplikasi *Marker-Based Augmented Reality* dari hasil studi pustaka ditunjukkan dalam Gambar 2.6.

Pertama, pengguna mengaktifkan kamera *Augmented Reality*. Kemudian pengguna menangkap *marker* dengan kamera tersebut. Setelah itu, aplikasi mendeteksi *marker*, termasuk posisi dan orientasinya. Selanjutnya, aplikasi mengatur objek sesuai *marker* yang dideteksinya. Akhirnya, aplikasi menampilkan objek pada kamera (Chun et al., 2017).



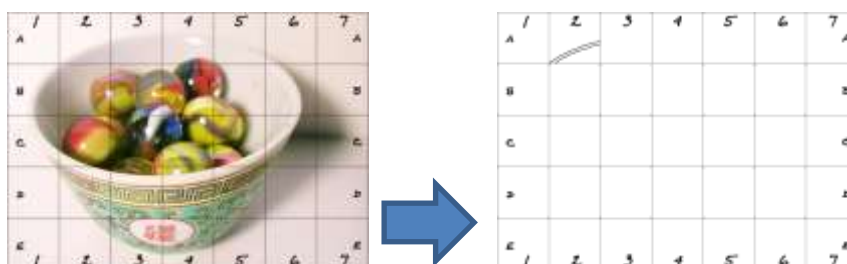
Gambar 2.6 Alur Kerja *Marker-Based Augmented Reality*

(Chun et al., 2017)

Penelitian saat ini membuktikan bahwa *Marker-Based Augmented Reality* memberikan banyak keuntungan. Dari sisi kemanfaatan, *Marker-Based Augmented Reality* dapat menghemat waktu, menghasilkan efisiensi proses dan meningkatkan produktifitas (Chun et al., 2017; Li et al., 2017). Dari sisi interaksi manusia dengan komputer, *Marker-Based Augmented Reality* dapat mempertahankan pembelajaran yang kolaboratif, mudah diinteraksikan dengan pengguna, tidak membatasi keleluasaan pergerakan tangan, pembelajaran dapat dilakukan interaktif, dan mempertahankan interaksi alami pengguna (Adrianto et al., 2016; Chun et al., 2017; Taçgın et al., 2016; Vora et al., 2018). Dan dari sisi pengembangan, *Marker-Based Augmented Reality* dapat dikembangkan dengan *Vuforia Software Development Kit* (Adrianto et al., 2016; Lytridis et al., 2018; Vora et al., 2018).

2.2.3 Metode *Grid*

Metode *Grid* adalah cara menggambar dengan menggunakan garis bantu. Metode *Grid* adalah cara mudah, murah, dan berteknologi rendah untuk mereproduksi gambar. Penerapan metode *Grid* dilakukan untuk memastikan bahwa proporsi dan tata letak gambar rujukan dan gambar reproduksi sudah benar. Penerapan metode *Grid* berguna untuk mereproduksi gambar dengan mementingkan akurasi. *Grid* bisa digambar, dicetak, atau ditempel terlebih dahulu di atas gambar rujukan dan kanvas. Kemudian, cara menggambaranya dilakukan dengan menyelesaikan persatu bidang (McArdle, 2018; South, 2017). Ilustrasi penerapan metode *Grid* ditunjukkan dalam Gambar 2.7.

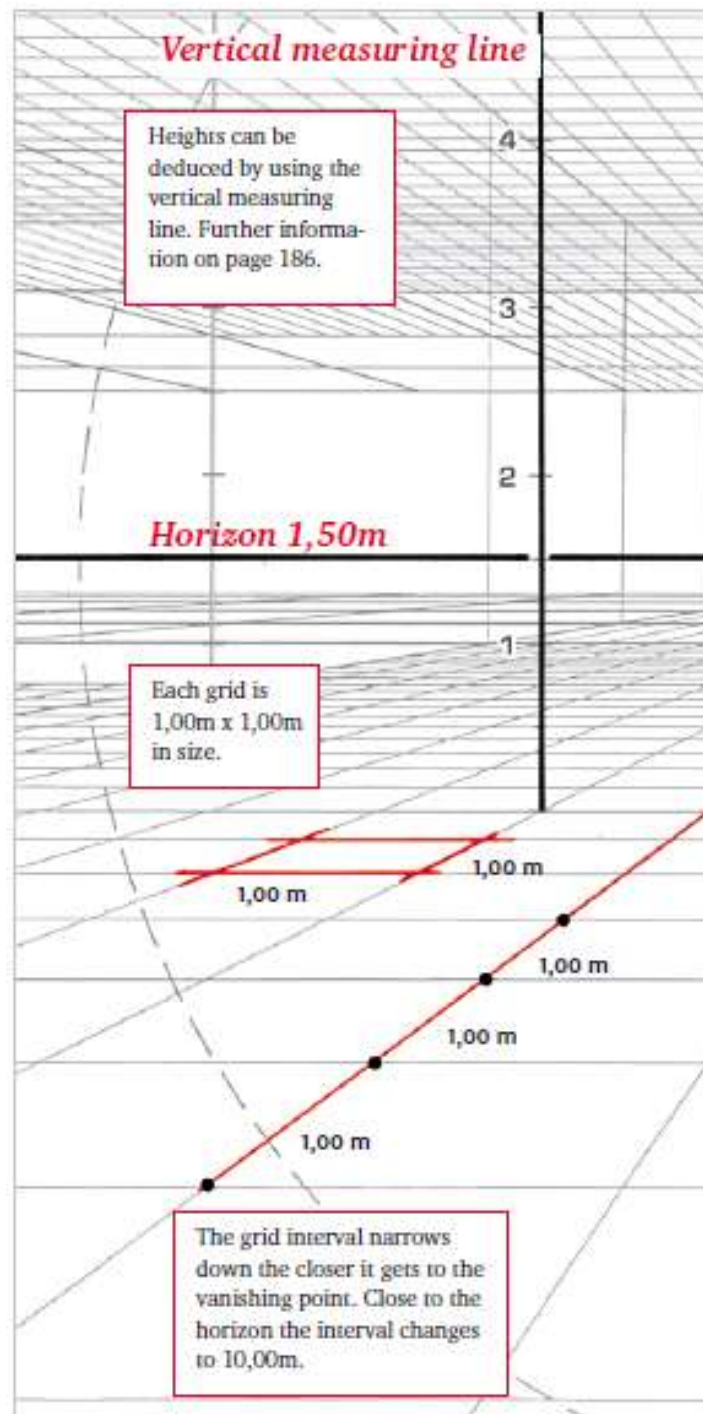


Gambar 2.7 Ilustrasi penerapan metode *Grid*

(McArdle, 2018)

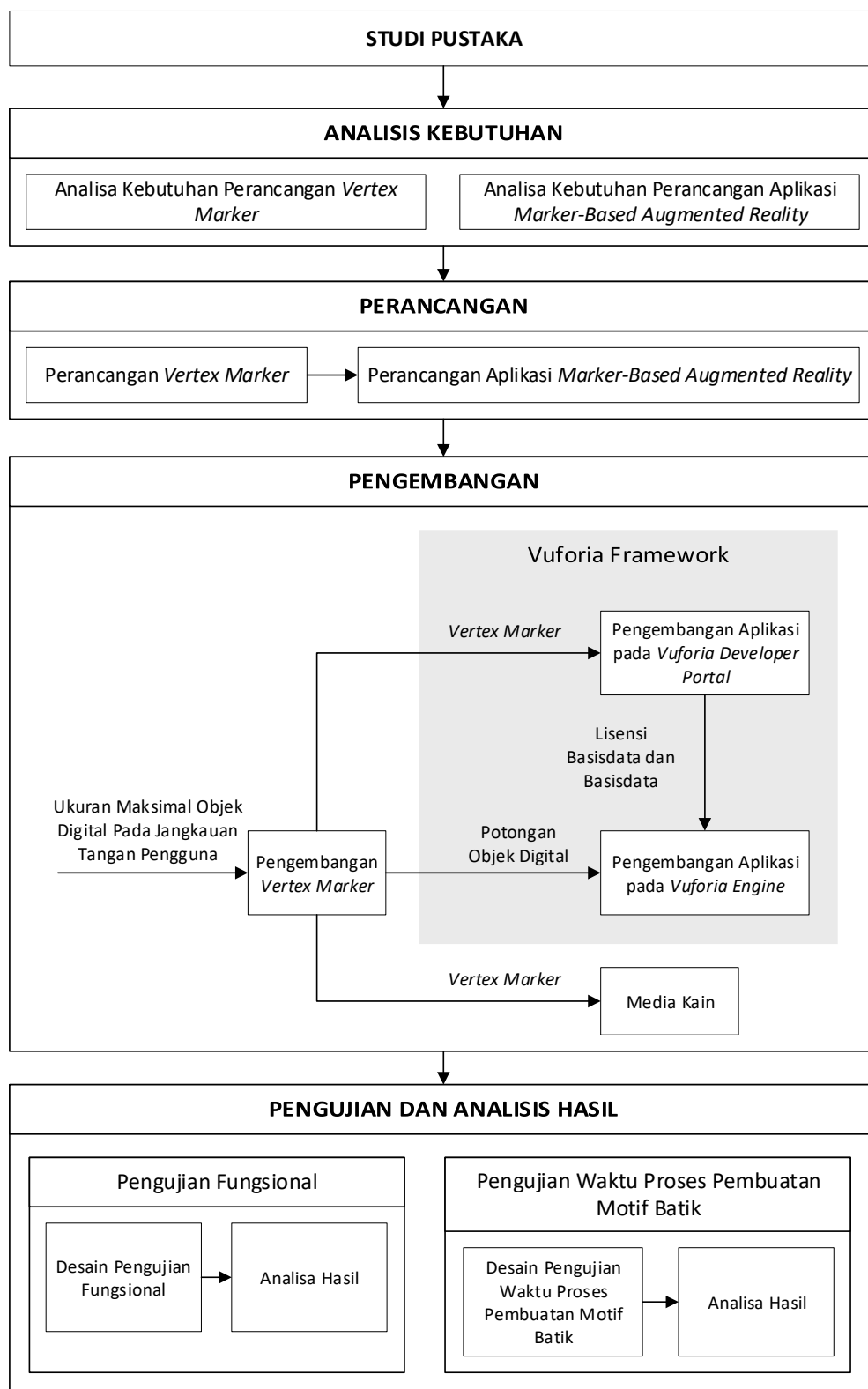
2.2.4 Teknik *Field-of-Vision* (FoV) dari Metode *Perspective Grid*

Metode *Perspective Grid* adalah metode penggambaran 3 dimensi. Teknik *Field-of-Vision* (FoV) digunakan untuk mengukur panjang garis vertikal dan panjang garis horizontal dari area pandang mata (Nies, 2008).



Gambar 2.8 Teknik *Field-of-Vision* (FoV)

BAB 3 METODOLOGI



Gambar 3.1 Metodologi Penelitian

Gambar 3.1 menjelaskan tahapan kerja yang dilakukan dalam penelitian ini. Tahapan kerja dalam penelitian ini terdiri dari studi pustaka, analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan, pengujian dan analisis.

3.1 Studi Pustaka

Metodologi penelitian ini diawali dengan tahap studi pustaka. Tahap studi pustaka membahas tentang tinjauan studi dan tinjauan pustaka terkait metode pembuatan Batik Tulis, *Marker-Based Augmented Reality*, metode *Grid*, dan metode *Field-of-Vision* (FoV). Selain itu, tahap studi pustaka juga digunakan untuk mengumpulkan data dan informasi pendukung penelitian ini.

3.2 Analisis Kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan terdiri dari analisis kebutuhan perancangan *vertex marker* dan analisis kebutuhan perancangan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality*. Analisis kebutuhan perancangan *vertex marker* membahas tentang kebutuhan ukuran maksimal dari objek digital yang dapat ditampilkan pada aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* dalam jarak jangkauan tangan pengguna dan kebutuhan fungsional *vertex marker*. Kebutuhan ukuran maksimal dari objek digital yang dapat ditampilkan pada aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* dalam jarak jangkauan tangan pengguna diperoleh dari kasus uji dengan menggunakan teknik *Field-of-Vision* (FoV). Sedangkan analisis kebutuhan perancangan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* membahas tentang analisis pengguna dan analisis kebutuhan fungsional aplikasi. Detail dari tahap analisis kebutuhan ditunjukkan pada Bab 4 Analisis Kebutuhan dan Perancangan.

3.3 Perancangan

Tahap perancangan dilakukan berdasarkan tahap analisis kebutuhan. Tahap perancangan terdiri dari perancangan *vertex marker*: modifikasi metode *Grid* dan perancangan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality*. Tahap perancangan *vertex marker*: modifikasi metode *Grid* membahas tentang modifikasi metode *Grid* agar dapat dimanfaatkan sebagai *marker* untuk mereproduksi objek digital berukuran besar dalam pengembangan aplikasi *Marker-Based Augmented Reality*. Sedangkan perancangan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* membahas tentang *use case diagram*, *use case scenario*, *activity diagram*, dan gambaran aplikasi. Detail dari tahap perancangan ditunjukkan pada Bab 4 Analisis Kebutuhan dan Perancangan.

3.4 Pengembangan

Tahap pengembangan bertujuan untuk mengembangkan *vertex marker* hasil modifikasi dari metode *Grid* dan mengembangkan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* berdasarkan hasil dari tahap perancangan. Tahap pengembangan terdiri dari pengembangan *vertex marker* dan pengembangan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality*. Pengembangan *vertex*

marker dilakukan dengan menentukan dimensi *Grid*, memotong objek digital, memodifikasi *Grid*, memproduksi *marker*, dan memasang *vertex marker* di kain.

Pengembangan aplikasi Batik Tulis *Augmented Reality* menggunakan *Vuforia Framework*. Pengembangan aplikasi Batik Tulis *Augmented Reality* terdiri dari pengembangan aplikasi pada *Vuforia Developer Portal* dan pengembangan aplikasi pada *Vuforia Engine*. Pengembangan aplikasi pada *Vuforia Developer Portal* bertujuan untuk membuat *database* sebagai penyimpanan *vertex marker*. Sedangkan pengembangan aplikasi pada *Vuforia Engine* menggunakan *Unity 2019.1.1f1*. Personal. Detail dari tahap pengembangan ditunjukkan pada Bab 5 Pengembangan.

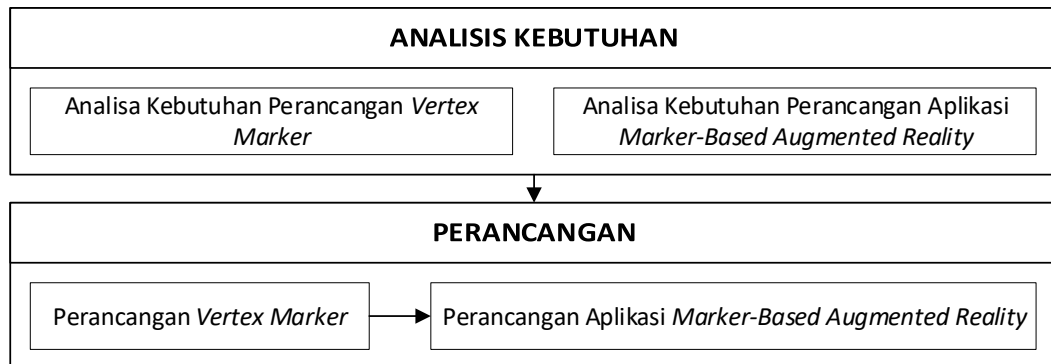
3.5 Pengujian dan Analisis Hasil

Tahap pengujian dan analisis hasil terdiri dari pengujian fungsional dan pengujian waktu proses pembuatan motif Batik. Pengujian fungsional bertujuan untuk memvalidasi fungsional dari marker dan aplikasi *Batik Tulis Augmented Reality*. Pengujian fungsional terdiri dari tahap desain pengujian fungsional dan analisis hasil pengujian fungsional. Pengujian fungsional dilakukan dengan beberapa parameter uji, yaitu jarak ideal, sudut ideal, dan luas permukaan *vertex marker* yang tertutupi.

Pengujian waktu proses pembuatan motif Batik bertujuan untuk mengetahui seberapa besar efisiensi waktu proses yang dihasilkan dengan menggunakan aplikasi *Marker-Based Augmented Reality*. Pengujian waktu proses pembuatan motif Batik terdiri dari desain pengujian waktu proses pembuatan motif Batik dan analisis hasil pengujian waktu proses pembuatan motif Batik. Pengujian waktu proses pembuatan motif Batik dilakukan dengan pemilihan lingkungan kerja dan subjek penelitian, perancangan kasus uji pengukuran waktu proses pembuatan motif Batik, dan pengukuran waktu proses pembuatan motif Batik. Detail dari tahap pengembangan ditunjukkan pada Bab 6 Pengujian dan Analisis Hasil.

BAB 4 ANALISIS KEBUTUHAN DAN PERANCANGAN

Tahap perancangan diawali oleh tahap analisis kebutuhan. Tahap analisis kebutuhan perancangan *vertex marker* menjadi dasar dari tahap perancangan *vertex marker* dan tahap analisis perancangan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* menjadi dasar dari tahap perancangan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality*, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Tahapan Perancangan

4.1 Analisis Kebutuhan

4.1.1 Analisis Kebutuhan Perancangan *Vertex Marker*

4.1.1.1 *Kebutuhan Ukuran Maksimal dari Objek Digital yang Dapat Ditampilkan pada Aplikasi Marker-Based Augmented Reality Dalam Jarak Jangkauan Tangan Pengguna*

Vertex marker adalah *marker* yang dihasilkan dari modifikasi metode *Grid*. *Vertex marker* akan dimanfaatkan untuk mereproduksi objek digital berukuran besar agar dapat diinteraksikan dengan tangan dengan seolah-olah tetap utuh. Untuk mereproduksi objek digital dibutuhkan ukuran maksimal dari objek digital yang dapat ditampilkan dalam jangkauan tangan pengguna. Ukuran dari bagian potongan objek digital sama dengan ukuran dari satu sel. Luas maksimal dari satu sel sama dengan luas maksimal area pandang kamera pada jarak jangkauan tangan pengguna. Ukuran sel sama dengan ukuran *vertex marker*, karena *vertex marker* dihasilkan dari keempat *vertex* yang dimiliki sel. Artinya, luas potongan objek digital, luas satu sel, luas *vertex marker*, dan luas area pandang kamera yang akan dikembangkan adalah sama. Untuk mendapatkan ukuran maksimalnya, maka dilakukan kasus uji pengukuran ukuran maksimal objek digital yang dapat ditampilkan pada aplikasi *Marker-Based Augmented Reality* dalam jarak jangkauan tangan pengguna.

Objek digital yang digunakan dalam pengembangan aplikasi ini berupa objek motif Batik Tulis yang dimasukkan pada *Quad Object* berbentuk bangun datar persegi empat. Pengukuran ukuran maksimal dari objek digital dibatasi oleh jangkauan tangan pengguna. Jangkauan tangan adalah panjang bahu-genggaman

tangan ke depan. Jangkauan tangan dari masyarakat Indonesia maksimalnya adalah 65,7 cm (Indonesia, 2018). Agar objek digital dapat diinteraksikan dengan tangan pengguna berarti jarak maksimal antara mata pengguna dengan media tempat diletakkannya marker tidak boleh melebihi 65,7 cm. Pada penelitian ini, mata pengguna digantikan oleh kamera *smartphone*, sehingga ukuran maksimal dari objek digital adalah sama dengan luas area pandang kamera *smartphone*.

Berdasarkan kebutuhan tersebut, maka teknik *Field-of-Vision* (FoV) dari metode *Perspective Grid* dipilih untuk menyelesaikan kasus uji pengukuran ukuran maksimal dari objek digital yang dapat ditampilkan pada aplikasi Marker-Based Augmented Reality dalam jarak jangkauan tangan pengguna. Metode *Perspective Grid* adalah metode penggambaran 3 dimensi. Teknik *Field-of-Vision* (FoV) digunakan untuk mengukur panjang garis vertikal dan panjang garis horizontal dari area pandang mata (Nies, 2008). Ukuran maksimal dari objek digital didapatkan dari pengukuran x = panjang garis horizontal dan y = panjang garis vertikal dari area pandang kamera pada $z \leq$ jarak maksimal media marker dalam jangkauan tangan masyarakat Indonesia, yaitu 65,7 cm. Alat dan bahan yang digunakan untuk mendapatkan ukuran maksimal dari objek digital yang ditampilkan sama dengan ukuran luas area pandang ditunjukkan pada Tabel 4.1.

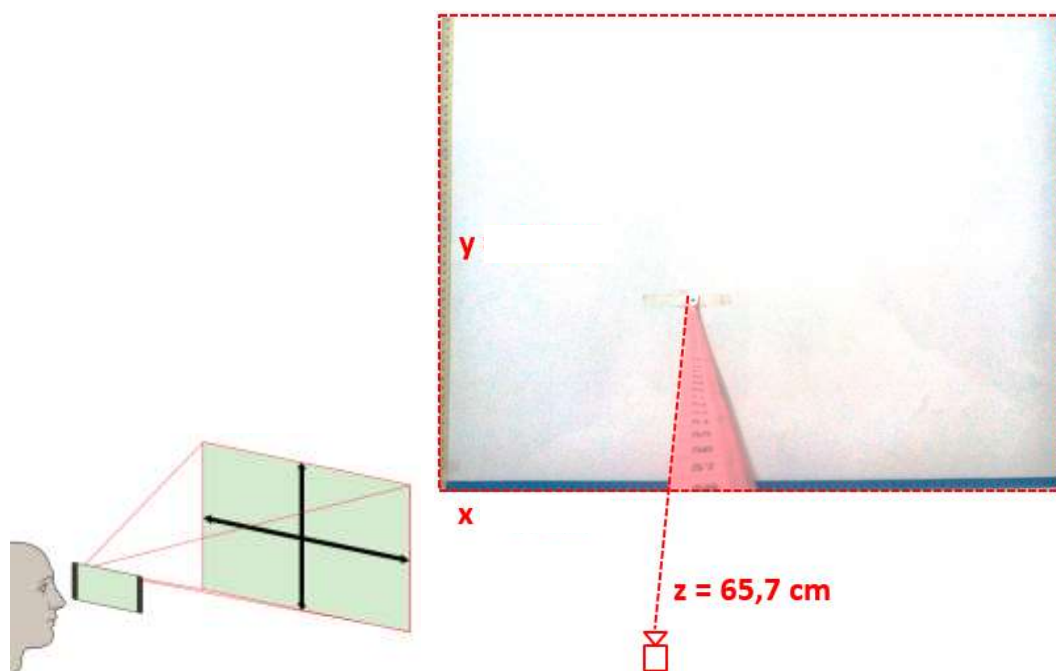
Tabel 4.1 Alat dan Bahan Kasus Uji Pengukuran Ukuran Maksimal Objek Digital yang Dapat Ditampilkan pada Aplikasi Marker-Based Augmented Reality Dalam Jarak Jangkauan Tangan Pengguna

Alat dan Bahan	Jumlah	Spesifikasi	Gambar	Fungsi
Meteran	3			Mengukur sumbu x, y, dan z
<i>Smartphone</i>	1	Oppo Joy 3		<i>Device</i> kamera yang digunakan
<i>Tripod</i>	1	Yunteng		Dudukan kamera

Kasus uji pengukuran untuk mengetahui ukuran maksimal dari objek digital yang sama dengan luas area pandang kamera pada jarak jangkauan tangan pengguna dilakukan dengan tahapan berikut ini:

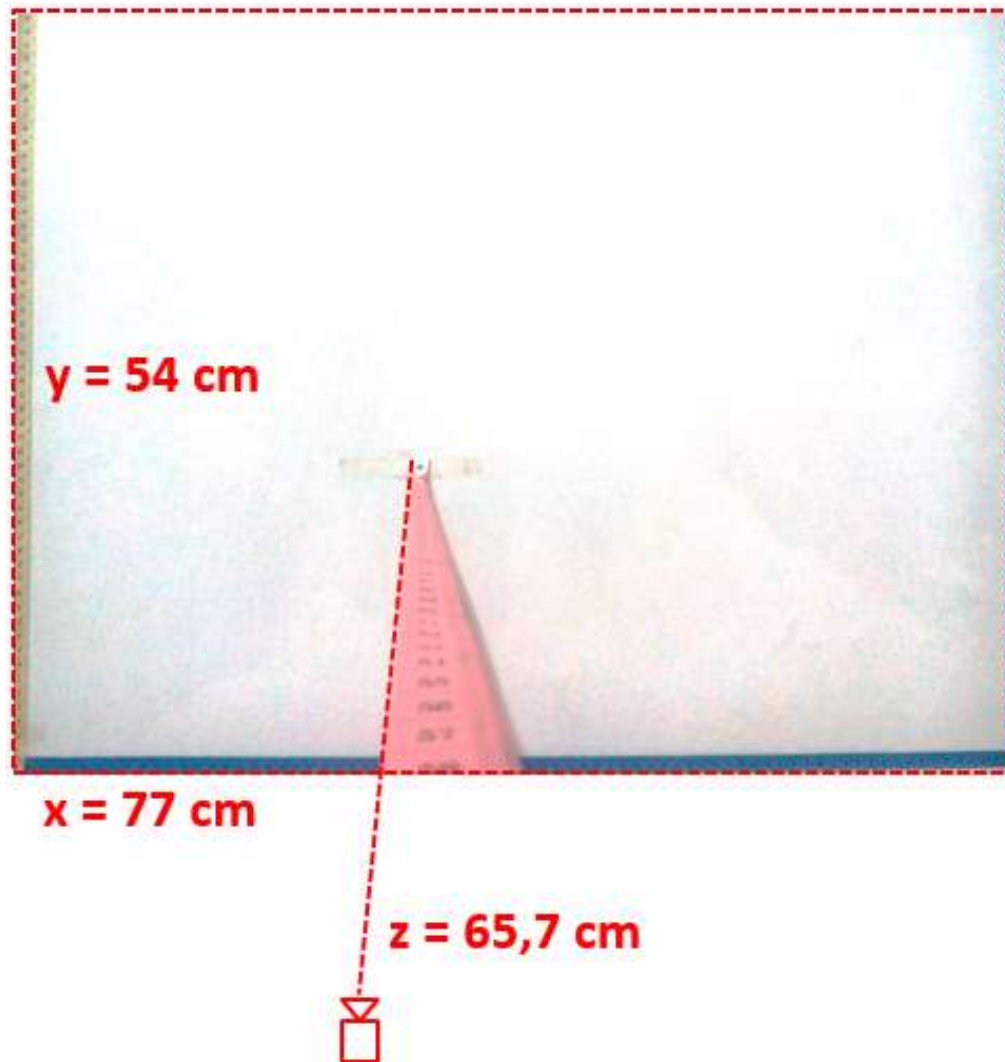
1. Memasang kamera di *tripod* dan menghadapkan kamera pada bidang datar yang cukup luas.
2. Meletakkan kamera pada jarak maksimal jangkauan tangan yaitu pada jarak 65,7 cm menggunakan meteran.
3. Memasang meteran pada sumbu x dan sumbu y dari area pandang kamera.
4. Mengukur sumbu x dan sumbu y dari area pandang kamera.

Ilustrasi dari pengukuran ukuran maksimal dari objek digital yang sama dengan luas area pandang kamera menggunakan teknik *Field-of-Vision* (FoV) ditunjukkan dalam Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Ilustrasi Kasus Uji Pengukuran Ukuran Maksimal Objek Digital Dalam Jangkauan Tangan Pengguna Menggunakan Teknik *Field-of-Vision* (FoV)

Kasus uji pengukuran ukuran maksimal objek digital yang dapat ditampilkan pada aplikasi *Marker-Based Augmented Reality* dalam jarak jangkauan tangan maksimal masyarakat Indonesia, menghasilkan ukuran objek digital yang sama dengan ukuran luas area pandang kamera maksimalnya adalah 77x54 cm. Artinya, ukuran objek digital yang dapat digunakan pada pengembangan aplikasi *Marker-Based Augmented Reality* untuk kebutuhan interaksi dengan jangkauan tangan masyarakat Indonesia adalah $\leq 77 \times 54$ cm. Dokumentasi dari kasus uji pengukuran ukuran maksimal objek digital yang dapat ditampilkan pada aplikasi *Marker-Based Augmented Reality* dalam jarak jangkauan tangan maksimal masyarakat Indonesia, ditunjukkan dalam Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Ukuran Maksimal Objek Digital yang Dapat Ditampilkan pada Aplikasi Marker-Based Augmented Reality Dalam Jarak Jangkauan Tangan Maksimal Masyarakat Indonesia

4.1.1.2 Kebutuhan Fungsional Vertex Marker

Vertex marker adalah *marker* hasil dari modifikasi metode *Grid*, maka *vertex marker* mewarisi sifat-sifat dari metode *Grid*. *Vertex marker* harus dapat berfungsi menampilkan setiap potongan objek digital dan menampilkan banyak potongan objek digital seolah-olah tetap utuh. Daftar dari kebutuhan fungsional *vertex marker* ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Daftar Kebutuhan Fungsional Vertex Marker

Nomor	Kebutuhan Fungsional Vertex Marker
FR1	Setiap <i>vertex marker</i> harus bisa terdeteksi aplikasi dan menampilkan potongan objek digital yang dibawahnya
FR2	Banyak <i>vertex marker</i> harus bisa terdeteksi aplikasi dan harus bisa menampilkan potongan objek digital yang dibawahnya seolah-olah tetap utuh

4.1.2 Analisis Kebutuhan Perancangan Aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality*

4.1.2.1 Analisis Pengguna

Pada penelitian ini hanya terdapat 1 aktor yang akan berinteraksi dengan aplikasi yaitu pengguna. Pengguna aplikasi adalah pembatik. Berdasarkan penelitian Rinawati (2013), maka batasan perancangan aplikasi adalah untuk menyelesaikan banyak terjadi kesalahan akibat kurang telitnya pembatik saat menggambar motif Batik dengan pensil di kain.

4.1.2.2 Analisis Kebutuhan Fungsional Aplikasi

Selanjutnya membuat daftar kebutuhan fungsional aplikasi untuk melakukan pembahasan tentang kebutuhan fungsional *use case* dan aktor yang terlibat di dalamnya. Berdasarkan penelitian Rinawati (2013), ditemukan kesamaan perlakuan pada elemen proses pembuatan sketsa motif Batik dan menyalin motif Batik ke kain. Kesamaan perlakuan dari kedua elemen proses tersebut adalah pengguna menggambar sketsa motif Batik. Selain itu, hasil akhir dari proses pembuatan motif Batik adalah tergambaranya sketsa motif Batik di kain. Sehingga efisiensi dapat dilakukan dengan cara menggantikan elemen proses pembuatan sketsa motif Batik dan elemen proses menyalin motif Batik ke kain dengan aplikasi yang mampu menampilkan motif Batik di kain dengan tidak membatasi gerak tangan pembatik. Tahap perancangan ini bertujuan menerapkan *Marker-Based Augmented Reality* untuk menggantikan elemen proses menyalin motif Batik ke kain. Daftar kebutuhan fungsional aplikasi ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Daftar Kebutuhan Fungsional Aplikasi

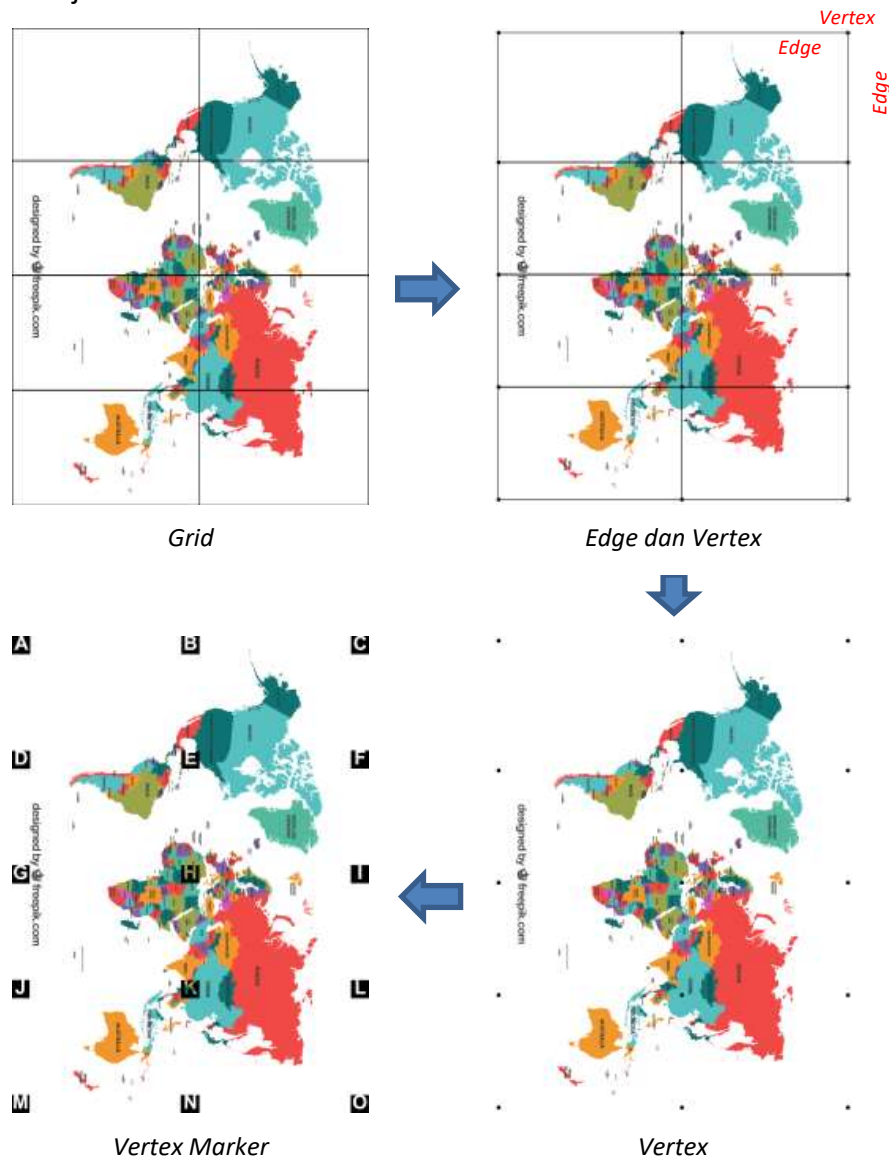
Nomor	Kebutuhan Fungsional Aplikasi	Use Case
FR3	Aplikasi harus bisa mendeteksi marker	Menangkap Marker
FR4	Aplikasi harus bisa mengenali setiap marker	Melihat objek motif Batik tulis di kain
FR5	Aplikasi harus bisa menampilkan objek motif Batik Tulis di kain dalam jangkauan tangan pengguna	

4.2 Perancangan

4.2.1 Perancangan *Vertex Marker*: Modifikasi Metode *Grid*

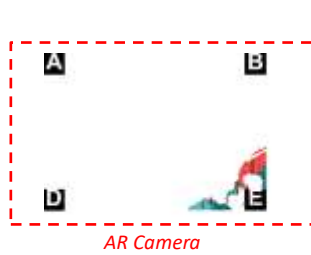
Tahap perancangan *vertex marker* bertujuan untuk memodifikasi metode *Grid* menjadi *marker* yang dapat digunakan untuk membagi objek digital berukuran besar dengan mementingkan akurasi kesinambungan antar potongannya. Metode *Grid* diusulkan menjadi *marker* untuk membagi objek digital. Tetapi, *Grid* tidak dapat langsung digunakan sebagai *marker* karena penggambaran garis bantu yang berkesinambungan mengakibatkan *Grid* dikenali secara utuh sebagai satu *marker*. Oleh karena itu, penggambaran *Grid* harus dimodifikasi agar masing-masing *cell*-nya dapat dikenali oleh aplikasi. Modifikasi *Grid* dilakukan dengan menghilangkan *edge* dan mempertahankan *vertex*. *Edge* adalah garis bantu

vertikal dan horizontal yang menghubungkan setiap *vertex*. *Vertex* adalah setiap titik pertemuan *edge*. *Vertex* yang dipertahankan adalah sebagai acuan pemasangan *marker*. Ilustrasi dari memodifikasi metode *Grid* menjadi *vertex marker* ditunjukkan dalam Gambar 4.4.

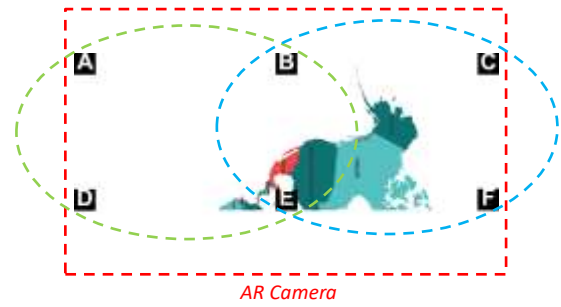


Gambar 4.4 Memodifikasi Metode *Grid* Menjadi *Vertex Marker*

Keempat *marker* yang dimiliki oleh setiap *cell* disebut *vertex marker*. Untuk dapat menampilkan objek motif Batik Tulis, maka kamera *Augmented Reality* harus dapat menangkap dan mendeteksi *vertex marker* pada *cell* yang dituju. Ilustrasi *vertex marker* berada dalam area pandang kamera *Augmented Reality* ditunjukkan dalam Gambar 4.5. Pada *cell* yang bertetangga menyebabkan terjadinya irisan *vertex marker*. Irisan *vertex marker* ini merupakan sifat yang diwarisi dari metode *Grid* untuk menjamin akurasi kesinambungan dari potongan-potongan gambar yang direproduksi. Gambar 4.6 menunjukkan adanya irisan *vertex marker*.



Gambar 4.5 Vertex Marker yang Tertangkap Kamera Augmented Reality



Gambar 4.6 Irisan Vertex Marker

4.2.2 Perancangan Aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality*

Tahap perancangan aplikasi bertujuan untuk menerapkan teknologi *Marker-Based Augmented Reality* untuk memberikan efisiensi waktu proses pada metode pembuatan Batik Tulis. Tahap perancangan aplikasi *Marker-Based Augmented Reality* ini didasari oleh tahap analisis kebutuhan perancangan aplikasi *Marker-Based Augmented Reality*. Tahap perancangan aplikasi *Marker-Based Augmented Reality* meliputi *use case diagram*, *use case scenario*, dan *activity diagram*.

4.2.2.1 *Use Case Diagram*

Use Case Diagram digunakan untuk menggambarkan kebutuhan fungsional aplikasi. *Use Case Diagram* pada penleitian ini melibatkan seorang aktor yaitu pengguna. Gambar 4.7 menunjukan *Use Case Diagram* dari aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality*.



Gambar 4.7 Use Case Diagram

4.2.2.2 Use Case Scenario

Use case scenario membahas detail dari *use case diagram* dari aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality*. Detail dari *use case scenario* menangkap *marker* ditunjukkan pada Tabel 4.4. Dan detail dari *use case scenario* melihat objek motif Batik Tulis ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.4 Use Case Scenario Menangkap Marker

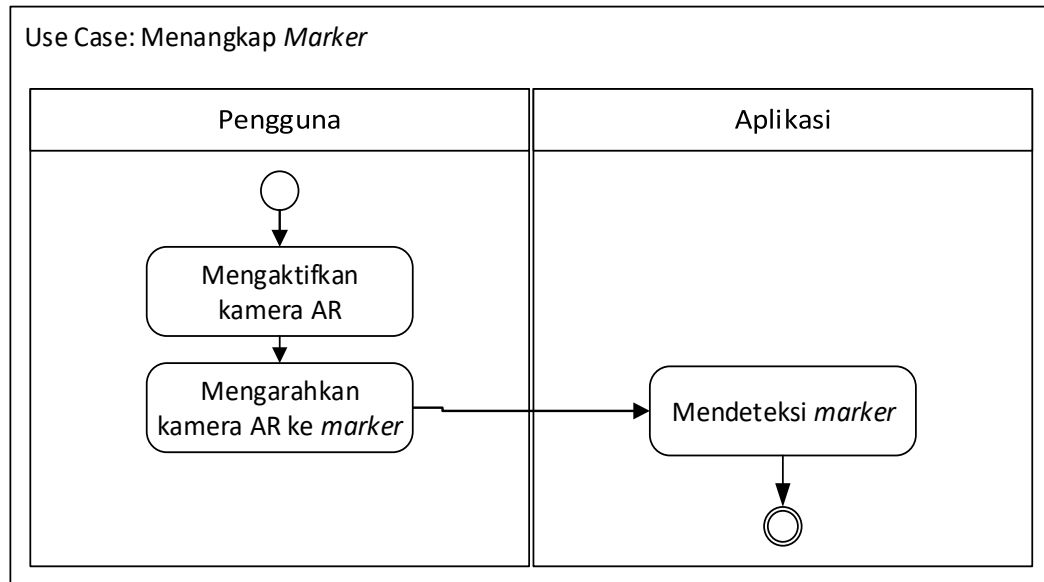
Nama Use Case	Menangkap <i>Marker</i>
Aktor	Pengguna
Tujuan	Untuk menangkap <i>marker</i> sebagai satu-satunya <i>input</i> aplikasi
Deskripsi	<i>Use case</i> ini digunakan untuk menangkap <i>marker</i> sebagai satu-satunya <i>input</i> aplikasi yang nantinya akan dipisahkan dari lingkungan nyata untuk dideteksi.
Kondisi Awal	Aktor mengaktifkan kamera <i>Augmented Reality</i> dan mengarahkan ke <i>marker</i>
Kondisi Akhir	Aplikasi mendeteksi <i>marker</i>
Main Flow	1) Aktor mengaktifkan kamera AR 2) Aktor mengarahkan kamera ke <i>marker</i> 3) Aplikasi mendeteksi <i>marker</i>
Alternative Flow	-

Tabel 4.5 Use Case Scenario Melihat Objek Motif Batik Tulis

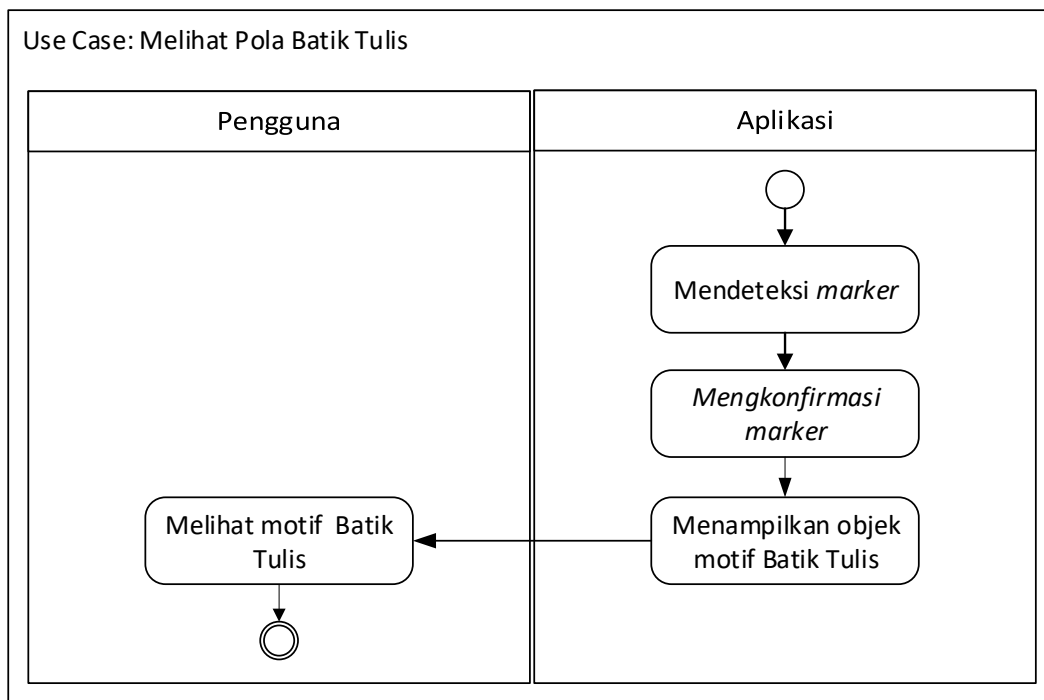
Nama Use Case	Melihat objek motif Batik Tulis
Aktor	Pengguna
Tujuan	Untuk melihat objek motif Batik Tulis di kain
Deskripsi	<i>Use case</i> ini digunakan oleh aktor untuk dapat melihat objek motif Batik Tulis di kain dalam jangkauan tangan
Kondisi Awal	Aplikasi mendeteksi <i>marker</i>
Kondisi Akhir	Aktor melihat objek motif Batik Tulis dalam jangkauan tangan
Main Flow	1) Aplikasi mendeteksi <i>marker</i> 2) Aplikasi mengkonfirmasi <i>marker</i> 3) Aplikasi menampilkan objek motif Batik Tulis 4) Aktor melihat objek motif Batik Tulis di aplikasi
Alternative Flow	-

4.2.2.3 Activity Diagram

Gambar 4.8 menunjukkan *activity diagram* dari *use case*: menangkap *marker*. Gambar 4.9 menunjukkan *activity diagram* dari *use case*: melihat objek motif Batik Tulis.



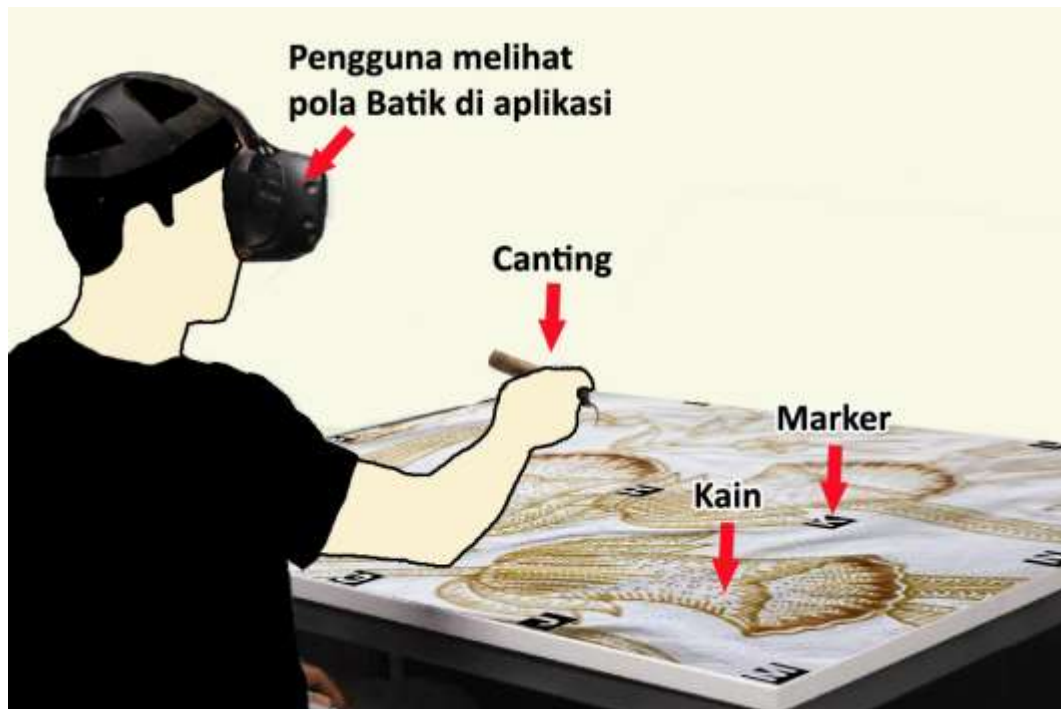
Gambar 4.8 Activity Diagram Menangkap *Marker*



Gambar 4.9 Activity Diagram Melihat Objek Motif Batik Tulis

4.2.2.4 Gambaran Aplikasi

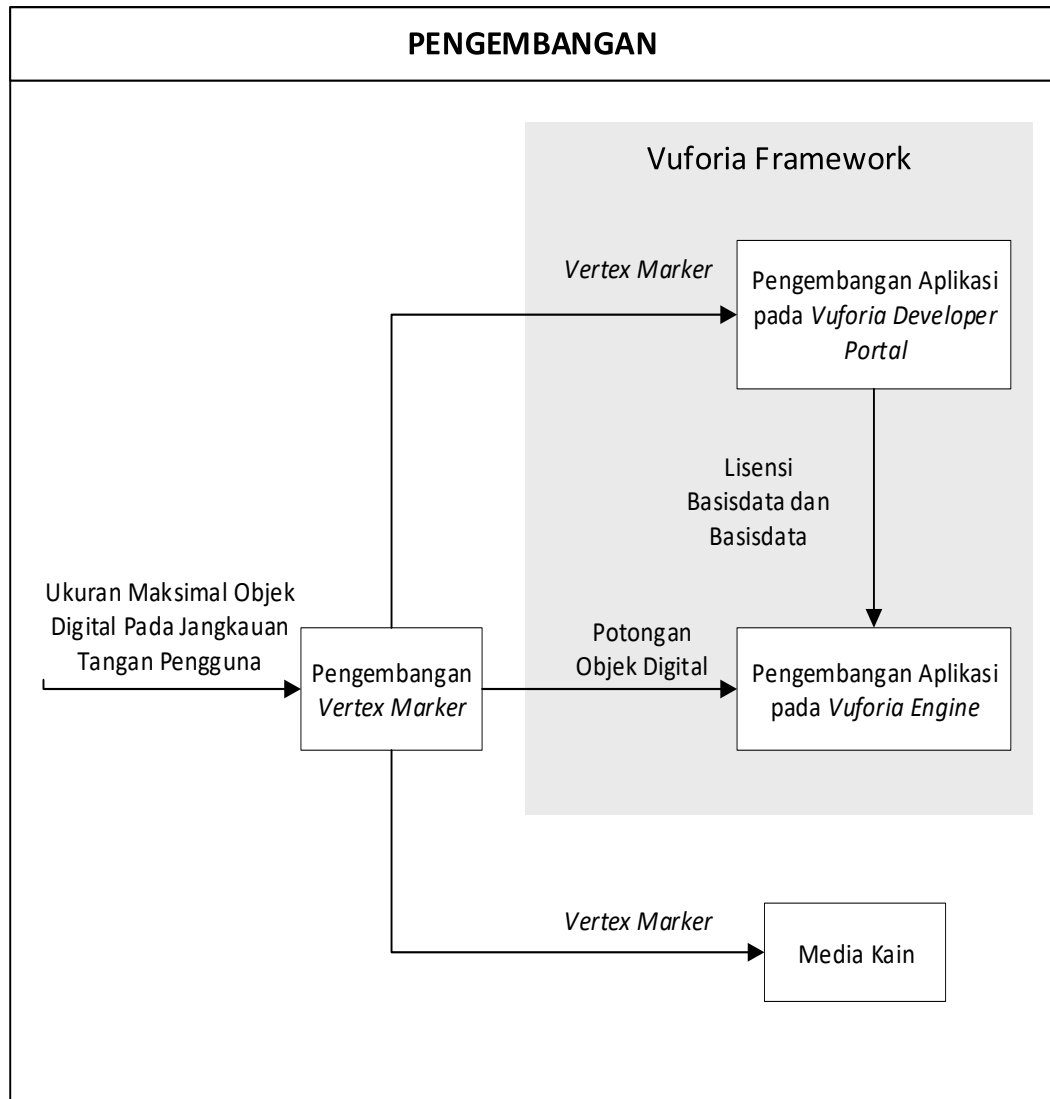
Aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* dirancang untuk dapat menampilkan objek motif Batik di kain. Untuk dapat melihat objek motif Batik di kain, maka pengguna harus melakukan activity diagram yang ditunjukkan pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.9. Gambaran dari aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* yang diusulkan ditunjukkan dalam Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Gambaran Aplikasi Batik Tulis *Augmented Reality*

BAB 5 PENGEMBANGAN

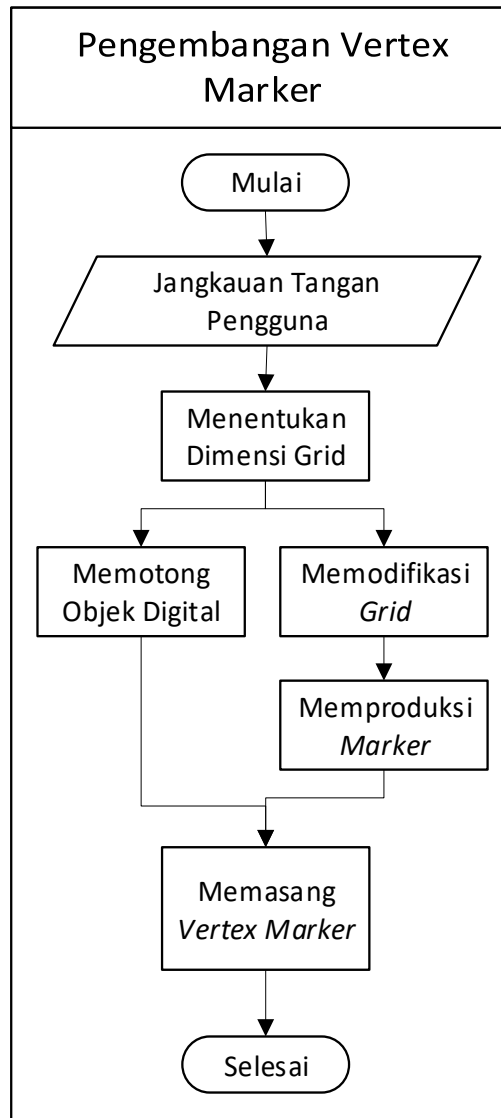
Tahap pengembangan terdiri dari pengembangan *vertex marker* dan pengembangan aplikasi *Marker-Based Augmented Reality* menggunakan *Vuforia Framework*. Arsitektur pengembangan aplikasi Batik Tulis *Augmented Reality* ditunjukkan dalam Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Arsitektur Pengembangan Aplikasi Batik Tulis *Augmented Reality*

5.1 Pengembangan *Vertex Marker*

Pengembangan *vertex marker* dilakukan berdasarkan ukuran maksimal objek digital pada jangkauan tangan pengguna. Keluaran dari pengembangan *vertex marker* berupa *vertex marker* dan potongan objek digital. Alur pengembangan *vertex marker* terdiri dari menentukan dimensi *Grid*, memotong objek digital, memodifikasi *Grid*, memproduksi *marker*, dan memasang *vertex marker*, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Alur Pengembangan *Vertex Marker*

5.1.1 Jangkauan Tangan Pengguna

Jangkauan tangan pengguna adalah panjang bahu-genggaman tangan ke depan. Jangkauan tangan pengguna pada penelitian ini menggunakan data jangkauan tangan masyarakat Indonesia. Data jangkauan tangan masyarakat Indonesia yang digunakan adalah jangkauan tangan maksimal yang dihitung mulai dari umur 10-49 tahun, yaitu 65,7 cm (Indonesia, 2018).

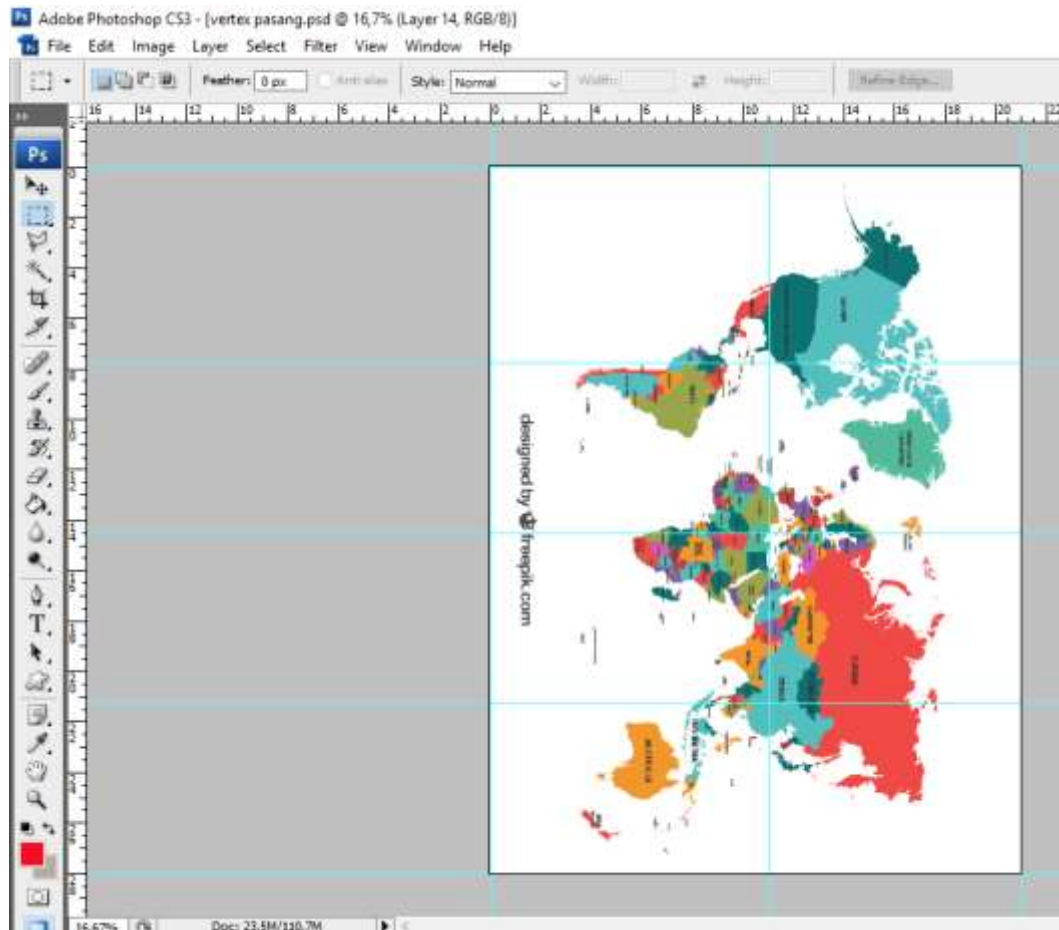
5.1.2 Menentukan Dimensi Grid

Menentukan dimensi *Grid* diawali dengan menentukan ukuran sel yang akan digunakan. Ukuran sel yang didapatkan sama dengan luas maksimal area pandang kamera pada jarak ideal *smartphone* dengan mata pengguna dalam jangkauan tangan pengguna. Berdasarkan hasil dari analisis kebutuhan perancangan *vertex marker*, didapatkan luas maksimal sebuah objek digital yang sama dengan luas area pandang kamera dalam jarak jangkauan tangan masyarakat Indonesia

berukuran 77x54 cm. Artinya batasan ukuran sel yang dapat digunakan oleh pengembang adalah $\leq 77 \times 54$ cm. Berdasarkan ukuran dari satu sel tersebut, selanjutnya dimensi *Grid* ditentukan untuk membagi objek digital berukuran besar. Dimensi *Grid* membagi objek digital berukuran besar menjadi banyak sel berdasarkan kolom dikalikan dengan baris. Pada penelitian ini menggunakan *Grid* berdimensi 2x4, yang masing masing selnya berukuran 21 cm x 29,7 cm.

5.1.3 Memotong Objek Digital

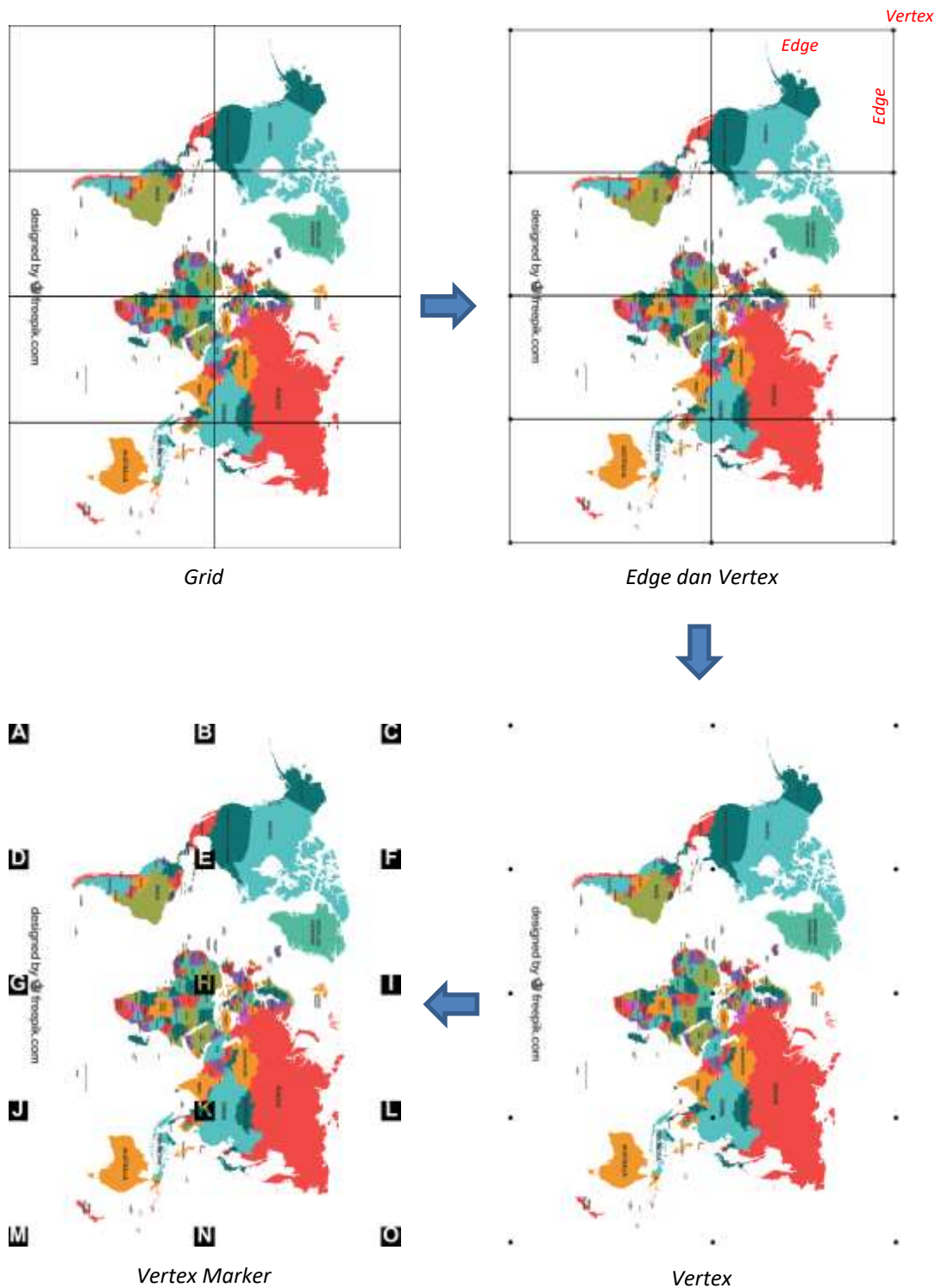
Memotong objek digital berukuran besar bertujuan untuk menghasilkan potongan-potongan objek digital yang luasnya $\leq 77 \times 54$ cm. Memotong objek digital berukuran besar dilakukan dengan menggunakan metode *Grid*. Acuan untuk memotong objek digital berukuran besar adalah *edge* dari *Grid*. Memotong objek digital dilakukan dengan menggunakan *Adobe Photoshop* seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Memotong Objek Digital Menggunakan Metode Grid

5.1.4 Memodifikasi *Grid*

Setelah *Grid* digunakan untuk memotong objek digital, memodifikasi *Grid* dilakukan dengan cara menghilangkan *edge* dan tetap mempertahankan *vertex*-nya. *Vertex* nantinya digunakan sebagai acuan pemasangan *marker*. Modifikasi *Grid* menjadi *vertex marker* ditunjukkan dalam Gambar 5.4.

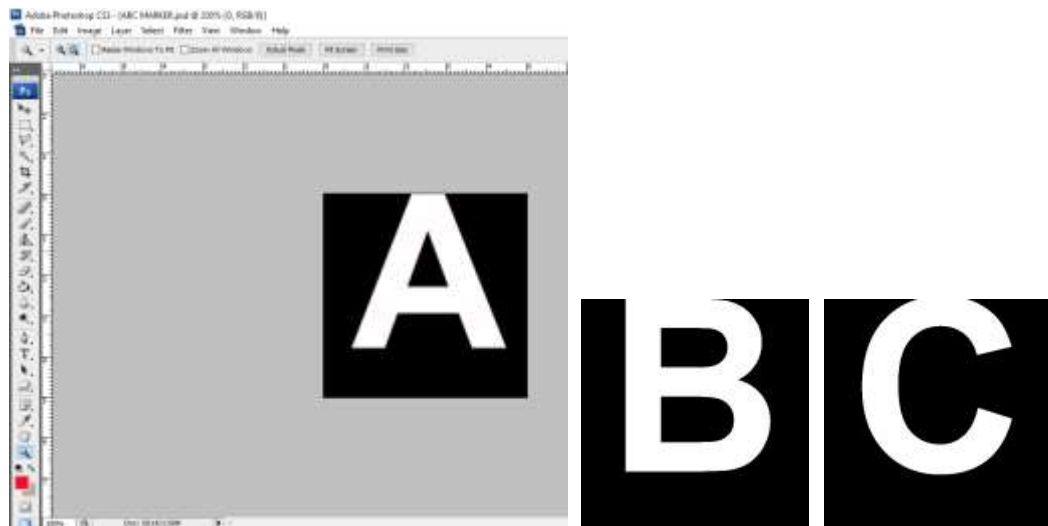


Gambar 5.4 Modifikasi *Grid* Menjadi *Vertex Marker*

5.1.5 Memproduksi Marker

Memproduksi *marker* dilakukan dengan menggunakan aplikasi *Adobe Photoshop*. *Marker* diproduksi menggunakan format gambar *Grayscale*. Gambar yang diproduksi untuk *marker* dapat berupa apa saja. Pada penelitian ini gambar yang digunakan sebagai *marker* adalah gambar *alphabet* berwarna putih didalam

persegi berwarna hitam. Hasil produksi gambar yang digunakan untuk *marker* ditunjukkan dalam Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Hasil Produksi *Marker*

5.1.6 Memasang *Vertex Marker* di Kain

Kain adalah media pembatikan yang digunakan pada penelitian ini. Pengembang dapat memasang *vertex marker* di kain dengan cara ditempel atau dicetak. Memasang *vertex marker* di kain bertujuan agar pembatik dapat langsung berinteraksi dengan motif Batik Tulis digital di kain. Gambaran dari memasang *vertex marker* di kain ditunjukkan dalam Gambar 5.6.

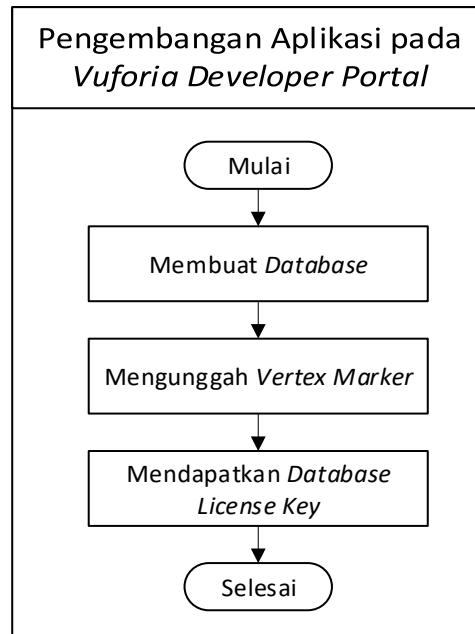


Gambar 5.6 Gambaran Pemasangan *Vertex Marker*

5.2 Pengembangan Aplikasi *Marker-Based Augmented Reality*

5.2.1 Vuforia Developer Portal

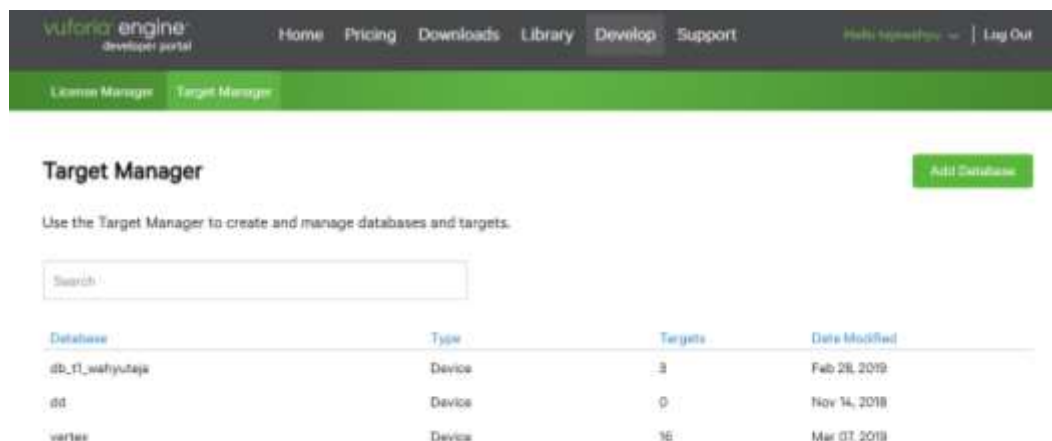
Pengembangan aplikasi pada sisi *Vuforia Developer Portal* dilakukan pada developer.vuforia.com. Alur pengembangan aplikasi pada *Vuforia Developer Portal* terdiri dari membuat *database*, mengunggah *vertex marker*, dan mendapatkan *Database License Key*, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.7.



Gambar 5.7 Alur Pengembangan Aplikasi pada *Vuforia Developer Portal*

5.2.1.1 Membuat Database

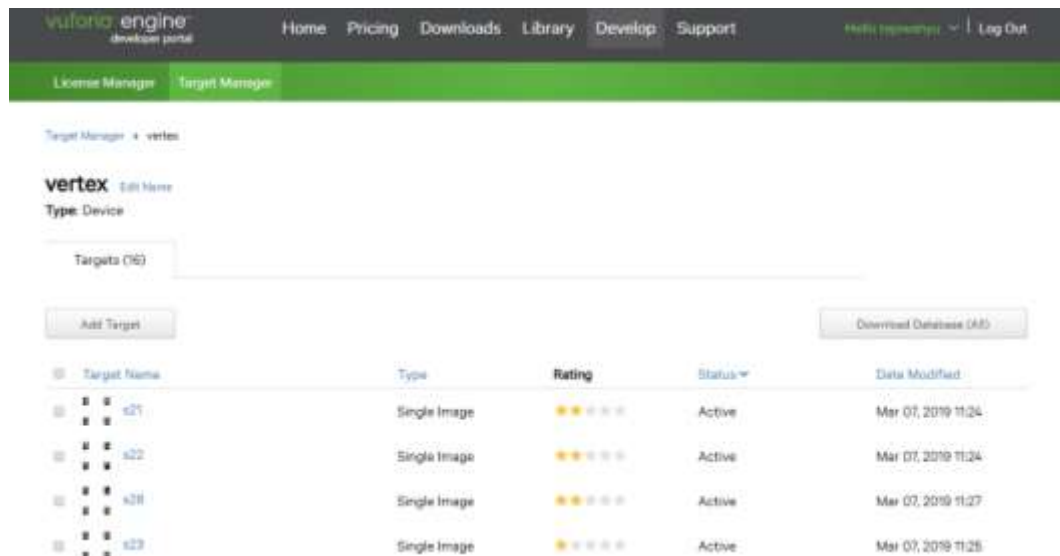
Pembuatan database bertujuan untuk menyimpan aset-aset *vertex marker* yang digunakan pada pengembangan aplikasi. Pembuatan database pada *Vuforia Developer Portal* ditunjukkan dalam Gambar 5.8.



Gambar 5.8 Database pada *Vuforia Developer Portal*

5.2.1.2 Mengunggah Vertex Marker

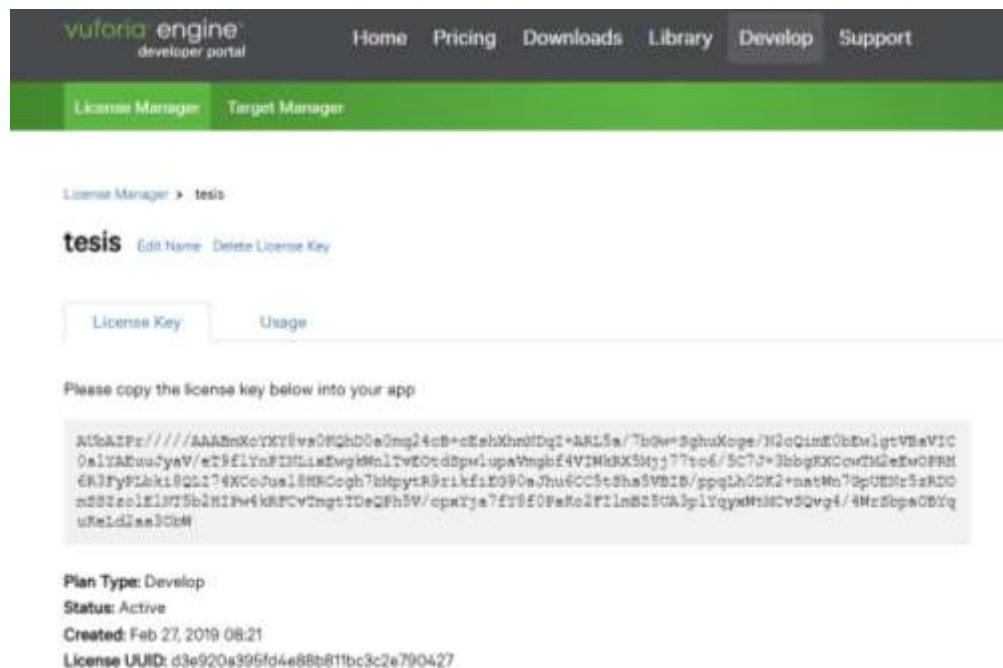
Aset-aset *vertex marker* yang digunakan pada pengembangan aplikasi disimpan dalam *database*. Unggahan *vertex marker* ditunjukkan dalam Gambar 5.9.



Gambar 5.9 Unggahan Vertex Marker

5.2.1.3 Mendapatkan Database License Key

License Key digunakan untuk mengkonfigurasi antara *Vuforia Developer Portal* dan *Vuforia Framework Engine* di *Unity*. *License Key* ditunjukkan dalam Gambar 5.10.



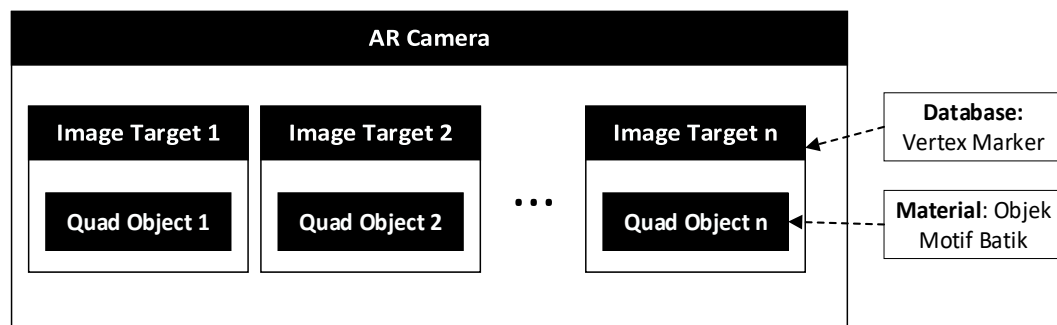
Gambar 5.10 License Key

5.2.2 Vuforia Engine

Pengembangan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* dilakukan pada lingkungan perangkat bergerak *Android* menggunakan *Vuforia Software Development Kit* (Adrianto et al., 2016; Lytridis et al., 2018; Vora et al., 2018). Spesifikasi minimum dari *smartphone* yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi *Marker-Based Augmented Reality* pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 5.1. Aplikasi dikembangkan dengan menggunakan *Vuforia Framework* di *Unity 2019.1.1f1*. Personal. Sedangkan tahapan pengembangan aplikasi pada *Vuforia Engine* di *Unity* terdiri dari menambahkan *AR Camera*, mengkonfigurasi *Vuforia Engine*, menambahkan *Image Target* untuk *marker*, mengisi *Image Target* dengan *vertex marker*, mengatur posisi dan ukuran *Image Target*, menambahkan *Quad Object* sebagai anak dari *Image Target* untuk objek digital, mengimport objek digital, membuat material dari objek digital, memasukkan material ke *Quad Object*, mengatur posisi, rotasi, dan ukuran *Quad Object*, *Build Settings*, dan *Build APK* ditunjukkan dalam Gambar 5.12. Sedangkan struktur *Engine* dari pengembangan aplikasi ditunjukkan dalam Gambar 5.11.

Tabel 5.1 Spesifikasi Minimum Perangkat Bergerak

Spesifikasi <i>Smartphone</i>
1) <i>Operating System: Android 4.4.2 Operating System</i>
2) <i>Processor: Quad core processor 1,3 GHz</i>
3) <i>Perangkat Input: kamera 5 MP</i>
4) <i>Perangkat Output/Display: 4,5 inches touchscreen LCD 16 M colors</i>
5) <i>RAM 1 GB</i>



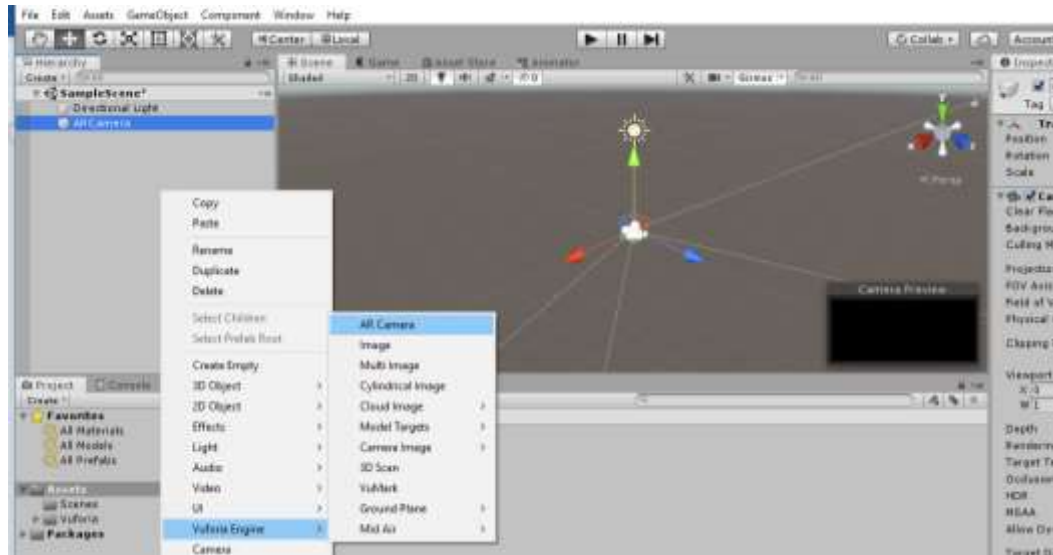
Gambar 5.11 Struktur *Engine* dari Pengembangan Aplikasi



Gambar 5.12 Alur Pengembangan Aplikasi pada *Vuforia Framework* di *Unity*

5.2.2.1 Menambahkan AR Camera

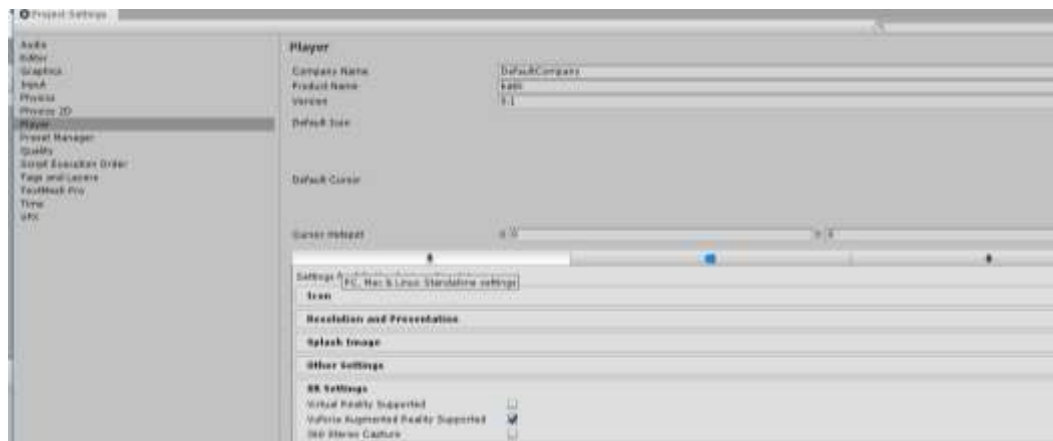
AR Camera adalah komponen utama pada pengembangan aplikasi *Marker-Based Augmented Reality*. Untuk mengaktifkan *AR Camera* dilakukan dengan cara klik kanan pada *Hierarchy*-pilih *Vuforia Engine*-dan pilih *AR Camera*, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.13.



Gambar 5.13 Mengaktifkan AR Camera

5.2.2.2 Mengkonfigurasi Vuforia Engine

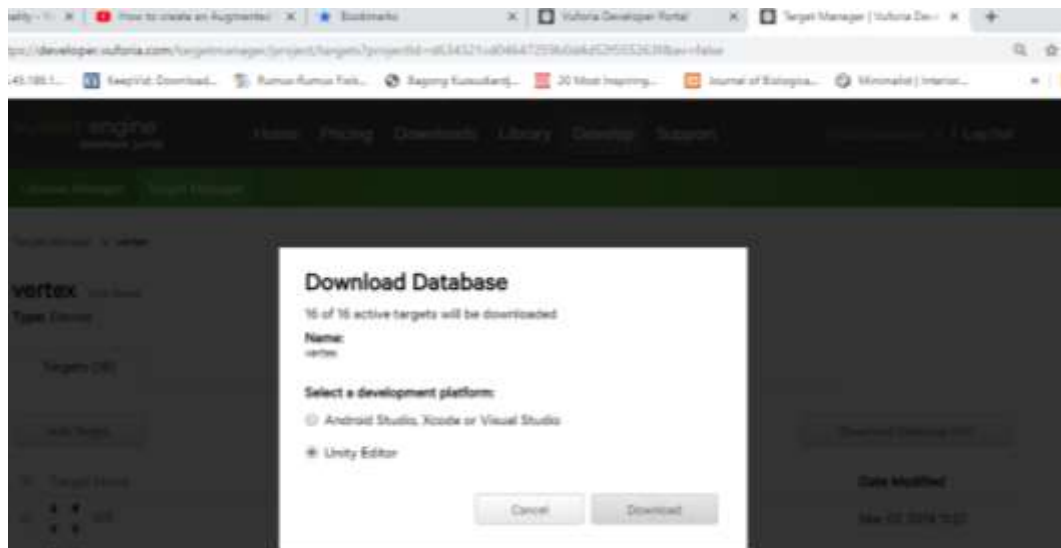
Mengkonfigurasi *Vuforia Engine* bertujuan untuk menghubungkan antara *Vuforia Developer Portal* dengan *Vuforia Framework* di *Unity*. Fitur *Vuforia Augmented Reality Supported* diaktifkan dengan mencentang pada *Project Settings- Player-Edit* seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.14. Kemudian buka *Vuforia Engine Configuration* pada *Inspectors* dan tambahkan *License Key*-nya seperti dalam Gambar 5.15. Selanjutnya unduh database seperti dalam Gambar 5.16. Kemudian import target database yang akan digunakan kedalam *Unity* dengan klik *Assets-Import Package-Custom Package* seperti dalam Gambar 5.17



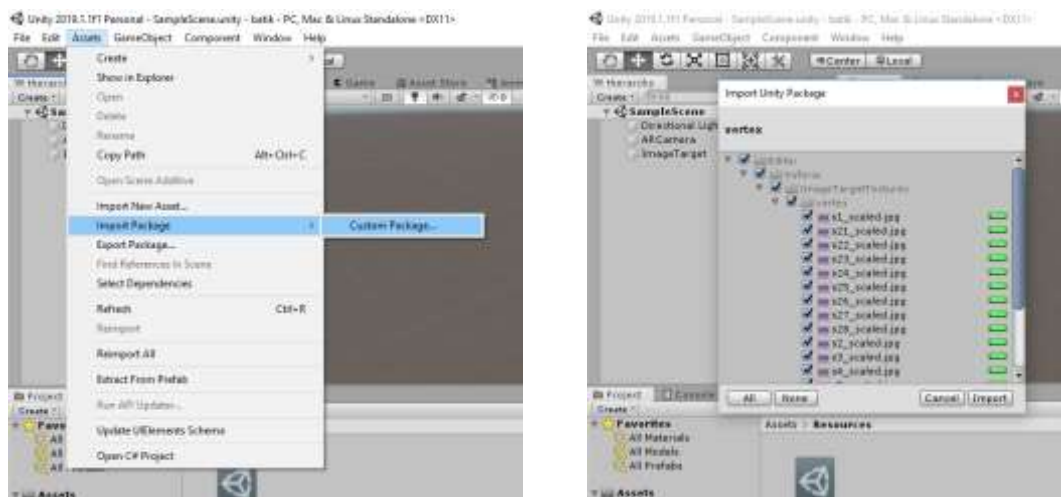
Gambar 5.14 Mengaktifkan Vuforia Augmented Reality Supported



Gambar 5.15 Menambahkan *License Key*



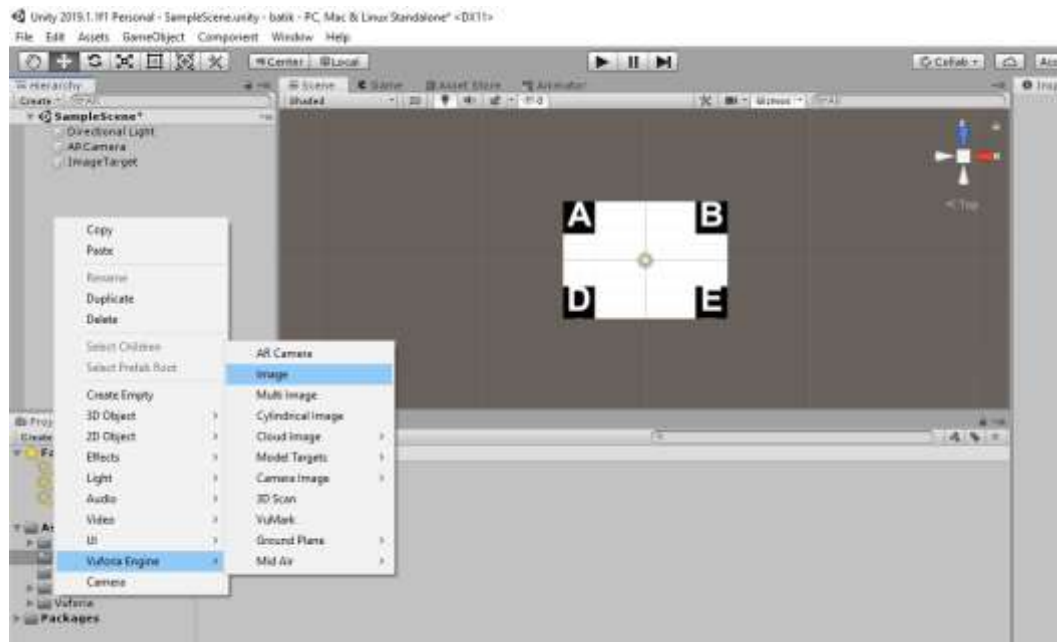
Gambar 5.16 Mengunduh Target Database



Gambar 5.17 Mengimport Target Database

5.2.2.3 Menambahkan Image Target untuk vertex marker

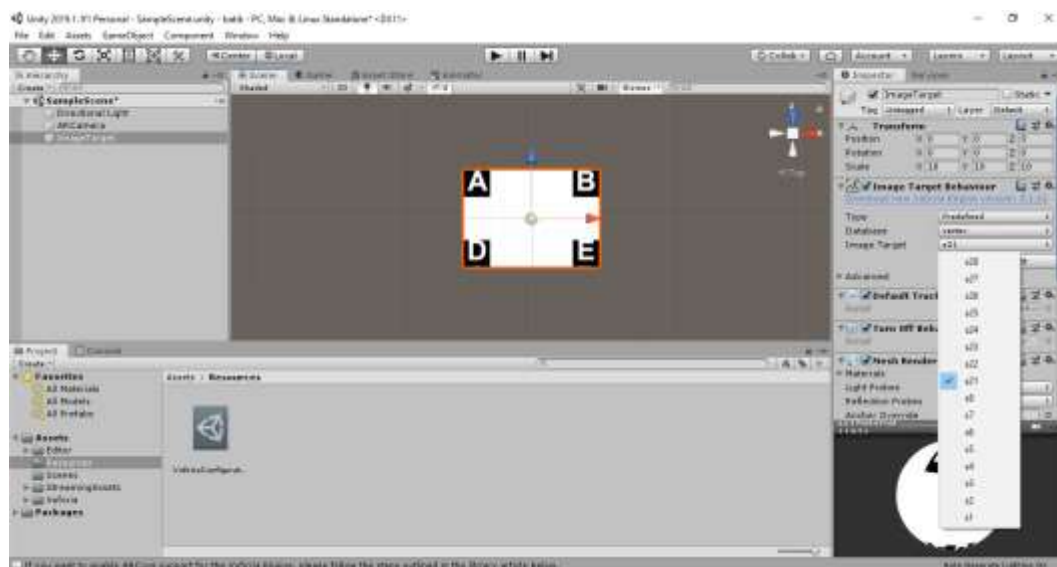
Image Target digunakan untuk memasang *marker*. Menambahkan *Image Target* dilakukan dengan cara klik kanan pada *Hierarchy*-pilih *Vuforia Engine*-pilih *Image*, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.18.



Gambar 5.18 Menambahkan *Image Target*

5.2.2.4 Mengisi Image Target dengan Vertex Marker

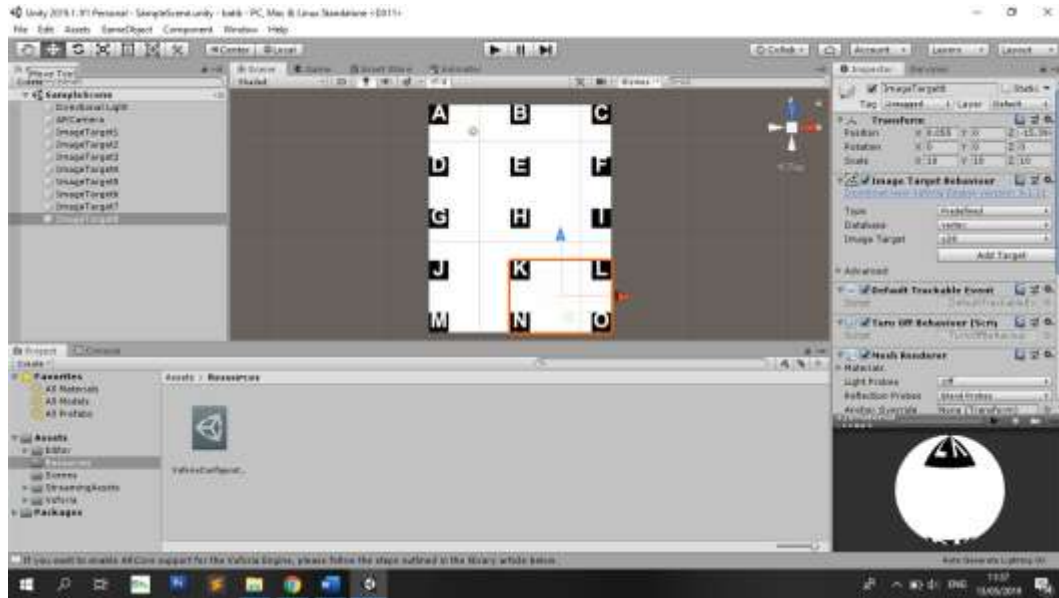
Mengisi *Image Target* dengan *vertex marker* dilakukan dengan cara pengembang memilih database dan *Image target* yang diinginkan pada *Inspectors*, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.19.



Gambar 5.19 Mengisi *Image Target* dengan *Vertex Marker*

5.2.2.5 Mengatur Posisi dan Ukuran Image Target

Mengatur posisi dan ukuran *Image Target* dilakukan pada saat menambahkan *Image Target* yang kedua sampai terpenuhinya jumlah *Image Target*. Secara default *Image Target* yang ditambahkan berada pada posisi sumbu X=0, Y=0, dan Z=0. Pengaturan posisi dan ukuran *Image Target* dilakukan dengan cara mengatur sumbu X, Y, dan Z pada *Inspectors-Transforms* seperti dalam Gambar 5.20. Pengaturan posisi dan ukuran *Image Target* pada pengembangan aplikasi pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 5.2.



Gambar 5.20 Mengatur Posisi dan Ukuran *Image Target*

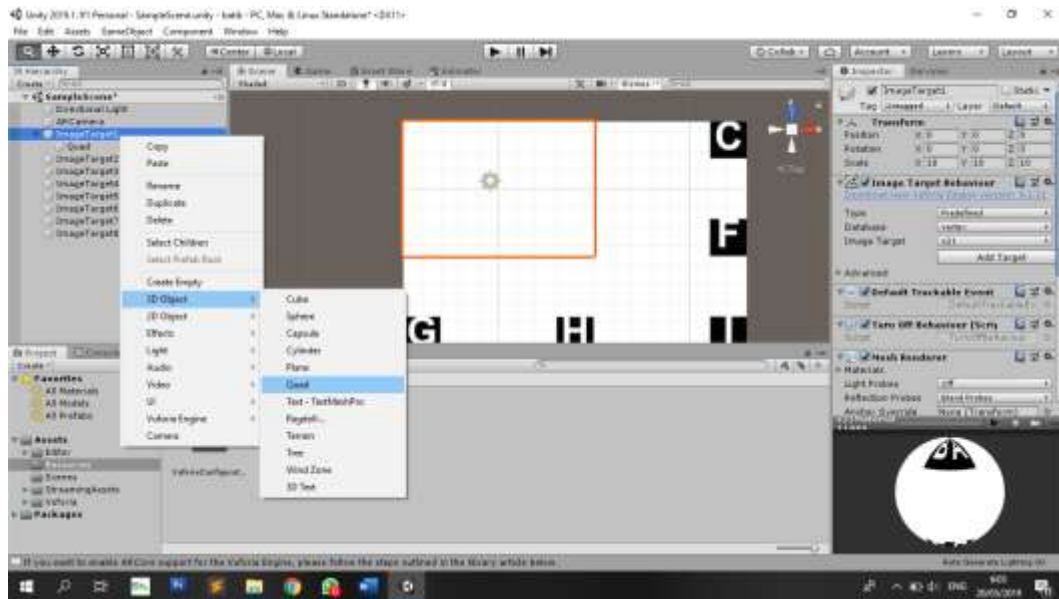
Tabel 5.2 Pengaturan Posisi dan Ukuran *Image Target*

<i>Image Target</i>	<i>Position</i>			<i>Scale</i>		
	X	Y	Z	X	Y	Z
ImageTarget1	0	0	0	10	10	10
ImageTarget2	8.055	0	0	10	10	10
ImageTarget3	0	0	-5.132	10	10	10
ImageTarget4	8.055	0	-5.132	10	10	10
ImageTarget5	0	0	-10.264	10	10	10
ImageTarget6	8.055	0	-10.264	10	10	10
ImageTarget7	0	0	-15.396	10	10	10
ImageTarget8	8.055	0	-15.396	10	10	10

5.2.2.6 Menambahkan Quad Object sebagai Anak dari Image Target untuk Objek Digital

Quad Object pada pengembangan aplikasi ini digunakan untuk memasangkan objek digital yang berupa motif Batik dengan format gambar 2D. Dalam

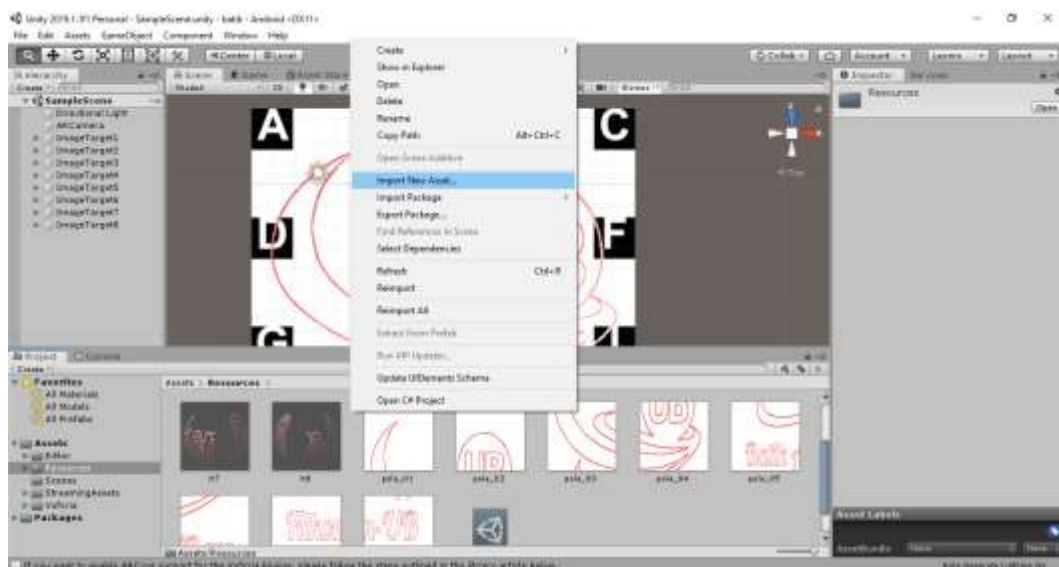
pengembangan aplikasi ini *Quad Object* menjadi anak dari *Image Target*, karena *Quad Object* merupakan objek yang ditampilkan dari *vertex marker* yang terdeteksi. Untuk menambahkan *Quad Object* dilakukan dengan cara klik kanan pada *Image Target*-pilih *3D Object*-pilih *Quad*. Penambahan *Quad Object* ditunjukkan dalam Gambar 5.21.



Gambar 5.21 Menambahkan *Quad Object*

5.2.2.7 Mengimport Objek Digital

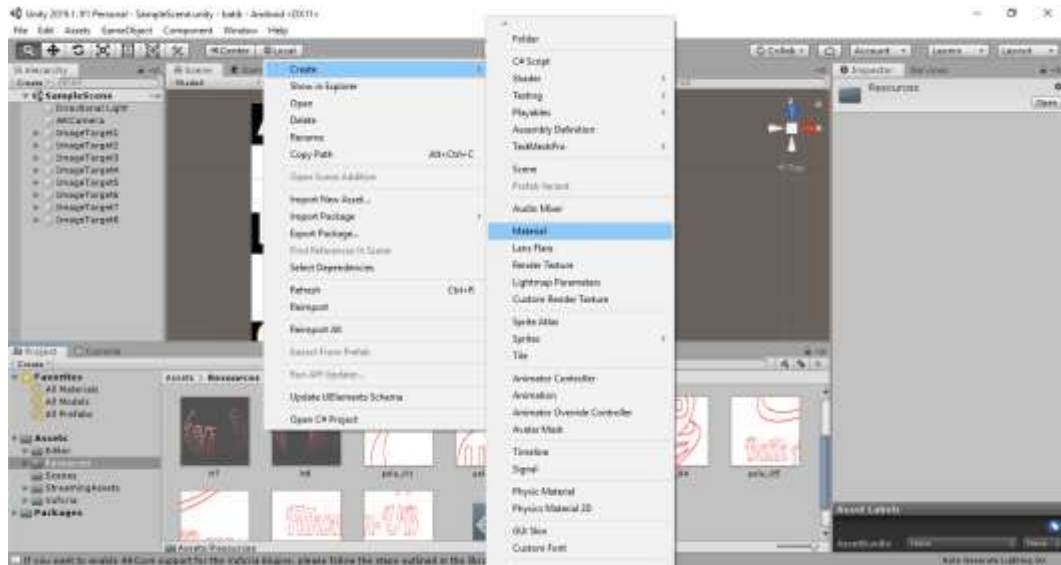
Mengimport objek digital bertujuan untuk memasukkan objek digital sebagai sumber daya pada proyek pengembangan aplikasi. Untuk mengimport objek digital dilakukan dengan cara klik kanan pada *Assets>Resources-Import New Asset...*, seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.22.



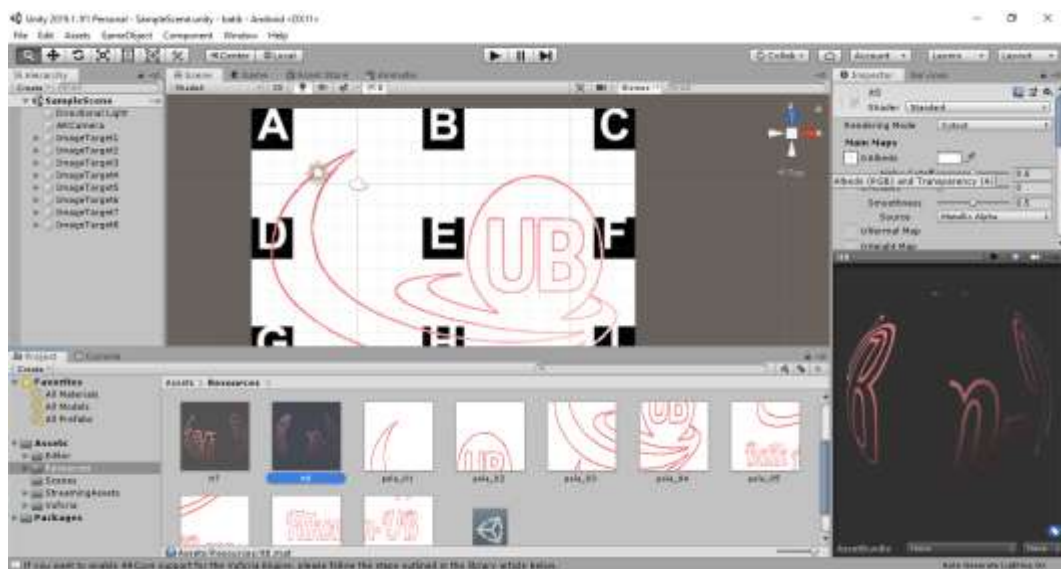
Gambar 5.22 Mengimport Objek Digital

5.2.2.8 Membuat Material dari Objek Digital

Membuat material dari objek digital bertujuan untuk memberikan isi pada *Quad Object*. Isi dari Material dapat berupa warna, gambar, bayangan, dan pencahayaan. Namun, pada penelitian ini gambar motif Batik yang digunakan sebagai *Material* untuk mengisi *Quad Object*. Untuk membuat material dari objek digital dilakukan dengan cara klik kanan pada *Assets>Resources>Create-Material*, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.23. Kemudian *drag* object digital ke menu *Albedo* pada *Main Maps* di *Inspector*, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.24.



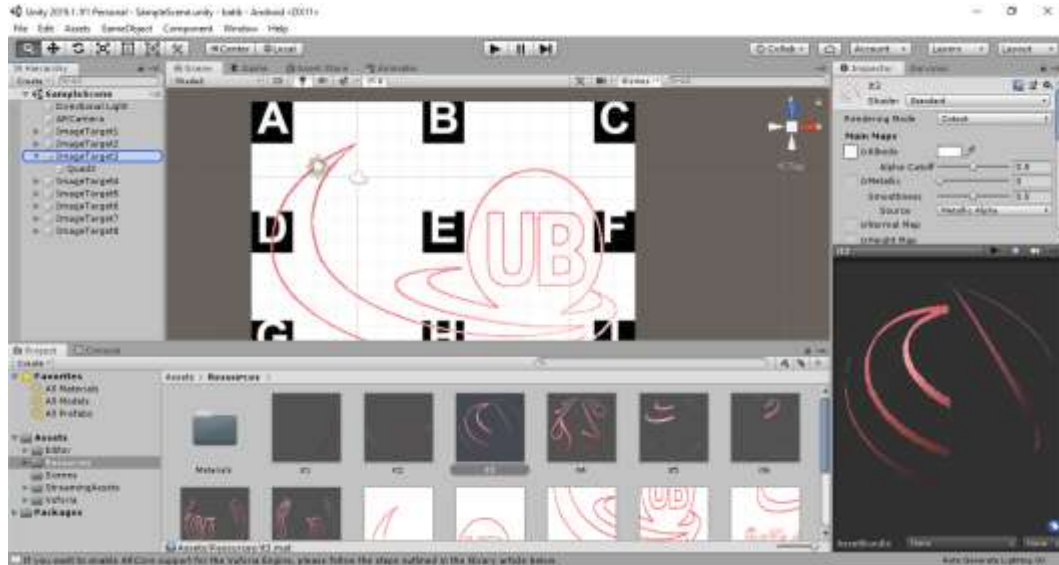
Gambar 5.23 Membuat Material dari Objek Digital



Gambar 5.24 Albedo-Main Maps pada Inspector dari Material

5.2.2.9 Memasukkan Material ke Quad Object

Memasukkan *Material* ke *Quad Object* bertujuan untuk mengisi *Quad Object* dengan motif Batik. Memasukkan *Material* ke *Quad Object* dilakukan dengan cara *drag and drop*, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.25.



Gambar 5.25 Memasukkan *Material* ke *Quad Object*

5.2.2.10 Mengatur Posisi, Rotasi, dan Ukuran *Quad Object*

Secara *default*, *Quad Object* berbentuk persegi tipis seperti kertas dan ukurannya sama dengan *X-Scale* dari *Image Target* induknya. Sehingga pada penelitian ini ukuran *Y-Scale* dari *Quad Object* harus disesuaikan dengan ukuran *Image Target* induknya. Selain itu, secara *default* *Quad Object* ditambahkan dalam kondisi berdiri, sehingga juga perlu menyesuaikan rotasinya. Pengaturan posisi, rotasi, dan ukuran *Quad Object* ditunjukkan pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Pengaturan Posisi, Rotasi, Ukuran dari *Quad Object*

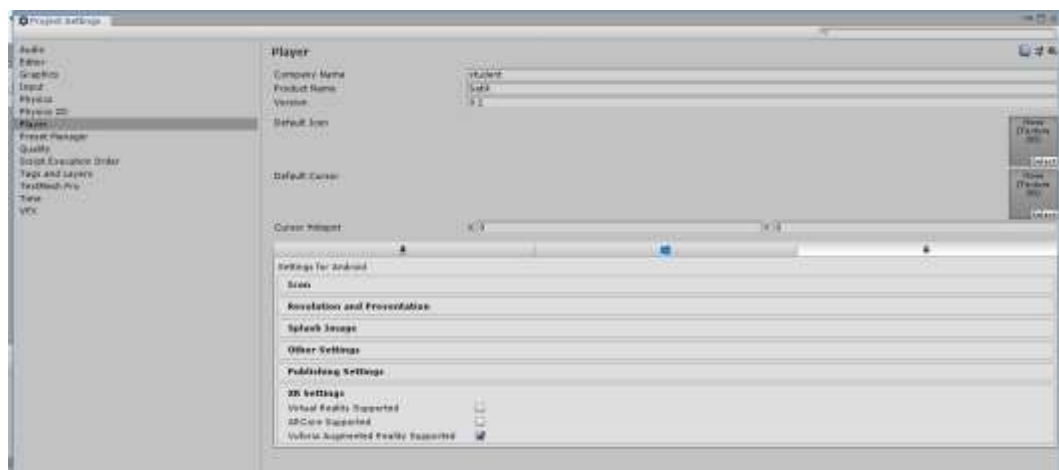
Quad Object	Position			Rotation			Scale		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Quad1	0	0.0001	0	90	0	0	1	0.7065	1
Quad2	0.0973	0.0001	0	90	0	0	0.8053	0.7065	1
Quad3	0	0.0001	-0.097	90	0	0	1	0.514	1
Quad4	0.0973	0.0001	-0.097	90	0	0	0.8053	0.514	1
Quad5	0	0.0001	-0.097	90	0	0	1	0.514	1
Quad6	0.0973	0.0001	-0.097	90	0	0	0.8053	0.514	1
Quad7	0	0.0001	-0.097	90	0	0	1	0.514	1
Quad8	0.0973	0.0001	-0.097	90	0	0	0.8053	0.514	1

5.2.2.11 Build Settings

Build Settings dapat ditemui pada menu *File-Build Settings*. Pengaturan *Build Settings* terdiri dari *Scenes in Build*, *Platform*, dan *Player Settings*. *Scenes in Build* digunakan untuk memilih *scene* dari pengembangan aplikasi pada penelitian ini yang hendak di-build. Aplikasi yang dikembangkan menggunakan *platform Android*, sehingga pada menu *Platform* dipilih *Android*. Pengaturan *Scenes in Build* dan *Platform* ditunjukkan dalam Gambar 5.26. *Player Settings* berisikan pengaturan profil dari aplikasi dan pengaturan aplikasi pada *platform*. Pastikan untuk mencentang atau mengaktifkan *Vuforia Augmented Reality Supported* pada *Player Settings* seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.27.



Gambar 5.26 Pengaturan *Scenes in Build* dan *Platform*



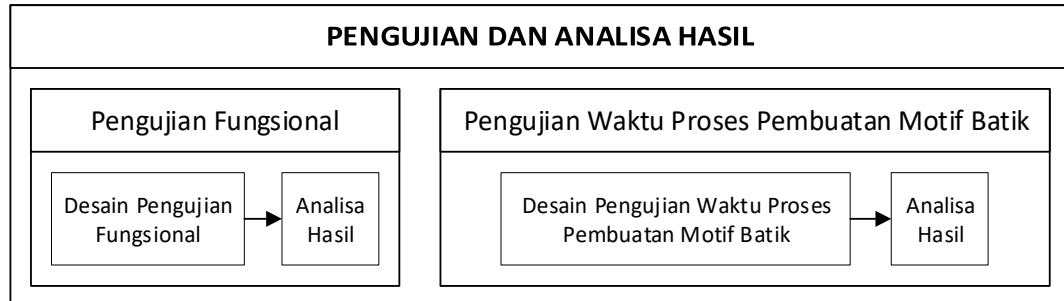
Gambar 5.27 Pengaktifan *Vuforia Augmented Reality Supported* pada *Player Settings*

5.2.2.12 Build APK

Build APK adalah tahap terakhir pada pengembangan aplikasi. *Build APK* bertujuan untuk membangun *file APK* dari aplikasi dan menginstall aplikasi pada *Platform*.

BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS HASIL

Tahap pengujian dan analisis hasil membahas pengujian fungsional dan pengujian waktu proses pembuatan motif Batik. Pada setiap tahap pengujian melakukan desain pengujian dan analisis hasil pengujian seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 6.1.



Gambar 6.1 Tahapan Pengujian

6.1 Pengujian Fungsional

6.1.1 Desain Pengujian Fungsional

Pengujian fungsional merupakan salah satu metode pengujian Black Box yang tidak memperhatikan struktur logika aplikasi. Pengujian fungsional berfokus pada pengujian kebutuhan fungsional *vertex marker* dan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* berfungsi dengan benar. Pengujian fungsional dilakukan dengan membuat kasus uji. Desain pengujian fungsional terdiri dari kasus uji mereproduksi objek digital berukuran besar, kasus uji menangkap *marker*, dan kasus uji melihat objek motif Batik. Detail dari kasus uji mereproduksi objek digital berukuran besar ditunjukkan pada Tabel 6.1. Detail dari kasus uji menangkap *marker* ditunjukkan pada Tabel 6.2. Detail dari kasus uji melihat objek motif Batik di kain ditunjukkan pada Tabel 6.3.

Selain itu, fungsional *vertex marker* juga harus dibuktikan pada beberapa parameter uji, yaitu jarak ideal, sudut ideal, dan luas permukaan *vertex marker* yang tertutupi, guna mengetahui kehandalan dari *vertex marker*. Oleh karena itu, kasus uji pengukuran jarak ideal, kasus uji pengukuran sudut ideal, dan kasus uji pengukuran luas permukaan *vertex marker* yang tertutupi, ditambahkan pada desain pengujian fungsional ini. Detail dari kasus uji pengukuran jarak ideal ditunjukkan pada Tabel 6.4. Detail dari kasus uji pengukuran sudut ideal ditunjukkan pada Tabel 6.5. Detail dari kasus uji pengukuran luas permukaan *vertex marker* yang tertutupi ditunjukkan pada Tabel 6.6.

Ukuran *marker* mempengaruhi jarak antara *marker* dengan kamera. Semakin kecil ukuran *marker*, maka semakin dekat jarak kamera untuk dapat mendeteksi *marker*. Semakin besar ukuran *marker*, maka semakin jauh jarak kamera untuk dapat mendeteksi *marker* (Zainuddin et al., 2016). Namun pada pengujian

fungsional ini tidak menggunakan ukuran *marker* yang bervariasi. Ukuran marker pada penelitian ini adalah 5x5 cm dari vertex marker berukuran c.

Tabel 6.1 Detail Kasus Uji Mereproduksi Objek Digital Berukuran Besar

Nama Kasus Uji	Mereproduksi objek digital berukuran besar
Tujuan Pengujian	<ol style="list-style-type: none"> 1) Memastikan setiap vertex marker harus bisa terdeteksi aplikasi dan menampilkan potongan objek digital yang dibawahnya 2) Memastikan banyak vertex marker harus bisa terdeteksi aplikasi dan harus bisa menampilkan potongan objek digital yang dibawahnya seolah-olah tetap utuh
Prosedur Uji	<ol style="list-style-type: none"> 1) Pengguna mengarahkan area pandang kamera <i>Augmented Reality</i> ke <i>vertex marker</i> secara tunggal 2) Pengguna mengarahkan area pandang kamera <i>Augmented Reality</i> untuk mencakup banyak <i>vertex marker</i>
Hasil Yang Diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> 1) Aplikasi dapat menampilkan potongan objek digital dari setiap <i>vertex marker</i> secara tunggal (FR1) 2) Aplikasi harus bisa menampilkan potongan objek digital dari banyak <i>vertex marker</i> seolah-olah tetap utuh (FR2)

Tabel 6.2 Detail Kasus Uji Menangkap Marker

Nama Kasus Uji	Menangkap <i>marker</i>
Tujuan Pengujian	Memastikan aplikasi dapat mendeteksi setiap <i>vertex marker</i> .
Prosedur Uji	Pengguna mengarahkan kamera <i>Augmented Reality</i> ke <i>vertex marker</i>
Hasil Yang Diharapkan	Aplikasi dapat mendeteksi setiap <i>vertex marker</i> yang masuk area pandang kamera (FR3)

Tabel 6.3 Detail Kasus Uji Melihat Objek Motif Batik Tulis

Nama Kasus Uji	Melihat objek motif Batik Tulis di kain
Tujuan Pengujian	<ol style="list-style-type: none"> 1) Memastikan aplikasi dapat mengenali setiap <i>vertex marker</i> 2) Memastikan aplikasi dapat menampilkan objek motif Batik Tulis di kain dalam jangkauan tangan pengguna
Prosedur Uji	Pengguna mengarahkan kamera <i>Augmented Reality</i> ke <i>vertex marker</i>
Hasil Yang Diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> 1) Pengguna dapat melihat objek motif Batik Tulis dari setiap <i>vertex marker</i> (FR4) 2) Pengguna dapat melihat objek motif Batik Tulis di kain dari aplikasi dalam jangkauan tangan pengguna (FR5)

Tabel 6.4 Detail Kasus Uji Pengukuran Jarak Ideal

Nama Kasus Uji	Pengukuran Jarak Ideal
Tujuan Pengujian	Memastikan jarak ideal antara <i>vertex marker</i> dan kamera <i>Augmented Reality</i>
Prosedur Uji	<ol style="list-style-type: none"> 1) Pengukuran jarak ideal menggunakan teknik <i>Field of Vision</i> (FoV) dari metode <i>Perspective Grid</i>.

	2) Pengguna mengarahkan kamera <i>Augmented Reality</i> ke <i>vertex marker</i> dari berbagai jarak 3) Pengguna memastikan aplikasi Batik Tulis <i>Marker-Based Augmented Reality</i> dapat berfungsi pada jarak yang telah ditetapkan
Hasil Yang Diharapkan	Aplikasi dapat berfungsi pada seluruh jarak yang ditetapkan dalam jarak maksimal jangkauan tangan masyarakat Indonesia dan jarak jangkauan tangan masyarakat Indonesia

Tabel 6.5 Detail Kasus Uji Pengukuran Sudut Ideal

Nama Kasus Uji	Pengukuran Sudut Ideal
Tujuan Pengujian	Memastikan sudut ideal kamera <i>Augmented Reality</i> dari aplikasi Batik Tulis <i>Marker-Based Augmented Reality</i> untuk dapat mendeteksi <i>vertex marker</i>
Prosedur Uji	1) Pengukuran sudut ideal dilakukan dengan menggunakan <i>handed smartphone</i> yang terpasang pada penggaris busur 2) Pengguna mengarahkan kamera <i>Augmented Reality</i> ke <i>vertex marker</i> dari berbagai sudut yang ditetapkan 3) Pengguna memastikan aplikasi Batik Tulis <i>Marker-Based Augmented Reality</i> dapat berfungsi pada sudut yang ditetapkan
Hasil Yang Diharapkan	Aplikasi dapat berfungsi pada seluruh sudut pandang kamera yang ditetapkan

Tabel 6.6 Detail Kasus Uji Pengukuran Luas Permukaan *Vertex Marker* yang Tertutupi

Nama Kasus Uji	Pengukuran luas permukaan <i>vertex marker</i> yang tertutupi
Tujuan Pengujian	Memastikan luas permukaan minimum <i>vertex marker</i> dalam kondisi tertutupi yang masih dapat dideteksi oleh aplikasi Batik Tulis <i>Marker-Based Augmented Reality</i>
Prosedur Uji	1) Pengguna mengarahkan kamera <i>Augmented Reality</i> ke <i>vertex marker</i> 2) Setelah <i>vertex marker</i> terdeteksi dan objek motif Batik ditampilkan, pengguna menutupi <i>vertex marker</i> hingga diketahui luas permukaan minimumnya yang masih dapat terdeteksi aplikasi Batik Tulis <i>Marker-Based Augmented Reality</i>
Hasil Yang Diharapkan	Aplikasi dapat berfungsi untuk mendeteksi <i>marker</i> dengan luas permukaan <i>marker</i> seminimal mungkin

6.1.2 Analisis Hasil Pengujian Fungsional

Hasil dari pengujian fungsional yang terdiri dari beberapa uji kasus, dapat dilihat pada Tabel 6.7, Tabel 6.8, Tabel 6.9, Tabel 6.10, dan Tabel 6.11. Berdasarkan analisis hasil dari kasus uji mereproduksi objek digital berukuran besar yang ditunjukkan pada Tabel 6.8, didapatkan bahwa aplikasi berhasil menampilkan potongan objek digital pada setiap *vertex marker* secara tunggal (FR1). Aplikasi juga berhasil menampilkan objek digital seolah-olah tetap utuh pada banyak

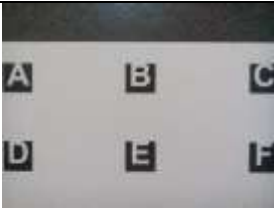







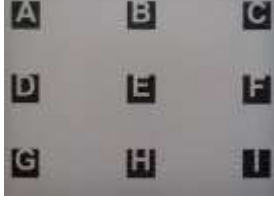

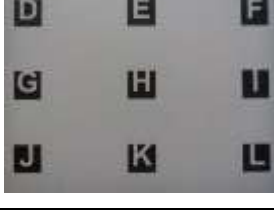

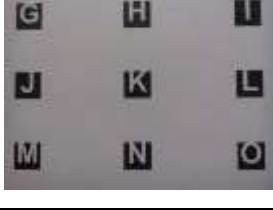

vertex marker yang masuk pada area pandang kamera (FR2) yang ditunjukkan pada Tabel 6.7. Berdasarkan analisis hasil dari kasus uji menangkap *marker* yang ditunjukkan pada Tabel 6.8, didapatkan bahwa pengguna berhasil melihat objek motif Batik dari setiap *vertex marker* yang masuk area pandang kamera (FR3). Berdasarkan analisis hasil dari kasus uji melihat objek motif Batik Tulis yang ditunjukkan pada Tabel 6.8, didapatkan bahwa pengguna berhasil melihat objek motif Batik Tulis dikain dari aplikasi dalam jangkauan tangan pengguna (FR4 dan FR5).

Berdasarkan analisis hasil dari kasus uji pengukuran jarak ideal yang ditunjukkan pada Tabel 6.9, didapatkan bahwa jarak minimal dari kamera *Augmented Reality* untuk dapat menangkap seluruh bagian *vertex marker* berukuran 21 cm x 29,7 cm agar dapat dideteksi dan dapat menampilkan objek motif Bak Tulis yang dibawanya adalah 34 cm. Sedangkan jarak maksimal dari kamera *Augmented Reality* yang masih dapat digunakan untuk mendeteksi *vertex marker* dengan *marker* berukuran 5x5 cm adalah 80 cm. Artinya, dari kasus uji pengukuran jarak ideal ini didapatkan jarak ideal kamera *Augmented Reality* dengan *vertex marker* pada pengembangan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* adalah ≥ 34 cm dan ≤ 80 cm.







Berdasarkan analisis hasil dari kasus uji pengukuran sudut ideal yang ditunjukkan pada Tabel 6.10, didapatkan bahwa aplikasi dapat berfungsi mendeteksi *vertex marker* pada sudut pandang kamera dengan kemiringan 0-80 derajat. Sedangkan pada pengujian sudut pandang kamera dengan kemiringan 90 derajat, aplikasi tidak dapat mendeteksi *vertex marker*. Artinya, dari kasus uji pengukuran sudut ideal ini didapatkan sudut pandang kamera ideal dari aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* adalah 0-80 derajat.

Berdasarkan analisis hasil dari kasus uji pengukuran luas permukaan yang tertutupi yang ditunjukkan pada Tabel 6.11, aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* dapat menampilkan objek motif Batik Tulis dari *vertex marker* yang permukaannya tertutupi sampai 75%. Sedangkan saat permukaan *vertex marker* tertutupi sampai 100%, aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* tidak dapat mendeteksi dan menampilkan objek motif Batik dari *vertex marker*.

Tabel 6.7 Dokumentasi dari Kasus Uji Mereproduksi Objek Digital Berukuran Besar






<i>Sel</i>	Kasus Uji (FR2)	
1 and 2		
3 and 4		
5 and 6		
7 and 8		
1, 2, 3, and 4		
3, 4, 5, and 6		
5, 6, 7, and 8		

Tabel 6.8 Dokumentasi Kasus Uji Menangkap Marker dan Melihat Objek Motif Batik Tulis







Sel	Augmented Reality Camera	Kasus Uji		
		FR1	FR3	FR4 dan FR5
1		Berhasil	Berhasil	Berhasil
2		Berhasil	Berhasil	Berhasil
3		Berhasil	Berhasil	Berhasil
4		Berhasil	Berhasil	Berhasil
5		Berhasil	Berhasil	Berhasil
6		Berhasil	Berhasil	Berhasil



7		Berhasil	Berhasil	Berhasil
8		Berhasil	Berhasil	Berhasil

Tabel 6.9 Dokumentasi Kasus Uji Pengukuran Jarak Ideal

Jarak (cm)	Dokumentasi	Fungsional Aplikasi
37		Berhasil
65,7		Berhasil
80		Berhasil
100		Tidak Berhasil
130		Tidak Berhasil








Tabel 6.10 Dokumentasi Kasus Uji Pengukuran Sudut Ideal



Sudut (⁰)	Dokumentasi	Fungsional Aplikasi
0		Berhasil
20		Berhasil
45		Berhasil
55		Berhasil
65		Berhasil
80		Berhasil

85		Tidak Berhasil
90		Tidak Berhasil

Tabel 6.11 Dokumentasi Kasus Uji Pengukuran Luas *Vertex Marker* yang Tertutupi

Luas Permukaan <i>Vertex Marker</i> yang Tertutupi	Dokumentasi	Fungsional Aplikasi
0%		Berhasil
25%	  	Berhasil

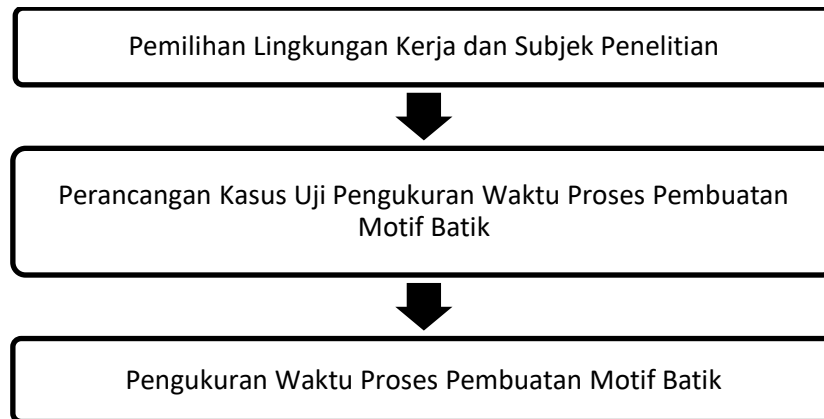
		
50%	     	Berhasil

75%		Berhasil
100%		Tidak Berhasil

6.2 Pengujian Waktu Proses Pembuatan Motif Batik

6.2.1 Desain Pengujian Waktu Proses Pembuatan Motif Batik

Pengujian waktu proses pembuatan motif Batik bertujuan untuk mengetahui waktu proses pembuatan motif Batik menggunakan metode tradisional dan menggunakan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality*. Untuk mendapatkan hasil pengukuran waktu proses pembuatan motif Batik yang valid, maka diperlukan desain pengukuran yang baku. Kemudian hasil dari pengujian waktu proses pembuatan motif Batik menggunakan metode tradisional dan menggunakan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* dibandingkan untuk mengetahui seberapa besar efisiensi yang didapatkan. Desain pengujian waktu proses pembuatan motif Batik yang terdiri dari pemilihan lingkungan kerja dan subjek penelitian, perancangan kasus uji pengukuran waktu proses pembuatan motif Batik, dan pengukuran waktu proses pembuatan motif Batik ditunjukkan dalam Gambar 6.2.




Gambar 6.2 Desain Pengujian Waktu Proses Pembuatan Motif Batik

6.2.1.1 Pemilihan Lingkungan Kerja dan Subjek Penelitian

Pemilihan lingkungan kerja dan subjek penelitian penting dilakukan guna menjaga mutu dari hasil penelitian. Pemilihan lingkungan kerja dan subjek penelitian berdasarkan prestasi, keahlian, dan pengalaman lebih dari 5 tahun. Lingkungan kerja tempat dilaksanakannya pengujian waktu proses proses pembuatan motif Batik adalah di Anjani Batik Galeri. Subjek penelitian pada pengujian waktu proses pembuatan motif Batik merupakan pembatik dari Anjani Batik Galeri yang memiliki keahlian membuat motif Batik. Detail dari lingkungan kerja dan subjek penelitian ditunjukkan pada Tabel 6.12.

Tabel 6.12 Lingkungan Kerja dan Subjek Penelitian

Lingkungan Kerja dan Subjek Penelitian	Keterangan
Lingkungan Kerja 	Anjani Batik Galeri adalah industri Batik Tulis yang dengan motif “Bantengan” khas kota Batu, telah meraih banyak penghargaan. Anjani Batik Galeri mampu menjual lebih dari 200 potong Batik Tulis per bulan dengan konsumen sampai tingkat manca negara. Anjani Batik Galery didirikan pada Agustus 2014 yang beralamatkan di Jl. Nangka, Dusun Binangun, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu dan dapat dikunjungi secara online di https://batikbantengagung.business.site/ .
Subjek 1 	Anjani Sekar Arum adalah pemilik Anjani Batik Galeri. Anjani adalah seorang pembatik sekaligus pencipta motif “Bantengan” yang keindahannya telah menuai banyak penghargaan. Anjani mulai membatik sejak usia sekolah dasar sampai sekarang berusia 27 tahun. Tidak hanya ahli membatik, Anjani juga sukses mengembangkan industri Batiknya dan menjadi pengajar Batik di kota wisata Batu. Jika dihitung dari didirikannya Anjani Batik Galeri maka Anjani memiliki pengalaman membuat motif Batik selama 5 tahun.
Subjek 2 	Anjuna adalah salah satu pembatik di Anjani Batik Galery dengan spesifikasi keahlian membuat motif Batik. Anjuna membuat motif Batik sejak usia sekolah dasar. Dari tangan kreatif Anjuna ini telah lahir beragam motif Batik Tulis yang menjadi andalan industrinya. Jika dihitung dari didirikannya Anjani Batik Galeri maka Anjuna memiliki pengalaman membuat motif Batik selama 5 tahun.

<p>Subjek 3</p> 	<p>Lia adalah salah satu pembatik di Anjani Batik Galeri dengan spesifikasi keahlian membuat motif Batik. Lia membuat motif Batik sejak menjadi pembatik di Anjani Batik Galeri. Dari tangan kreatif Lia ini telah lahir beragam motif Batik Tulis yang menjadi andalan industrinya. Jika dihitung dari didirikannya Anjani Batik Galeri maka Lia memiliki pengalaman membuat motif Batik selama 5 tahun.</p>
---	---

6.2.1.2 Perancangan Kasus Uji Pengukuran Waktu Proses Pembuatan Motif Batik

Perancangan kasus uji bertujuan untuk menetapkan elemen proses dan perlakuan dari pengukuran waktu proses pembuatan motif Batik. Penetapan elemen proses dan perlakuan pengukuran waktu proses pembuatan motif Batik dilakukan pada metode tradisional dan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality*. Elemen proses dan perlakuan digunakan sebagai acuan pengukuran waktu proses pembuatan motif Batik.

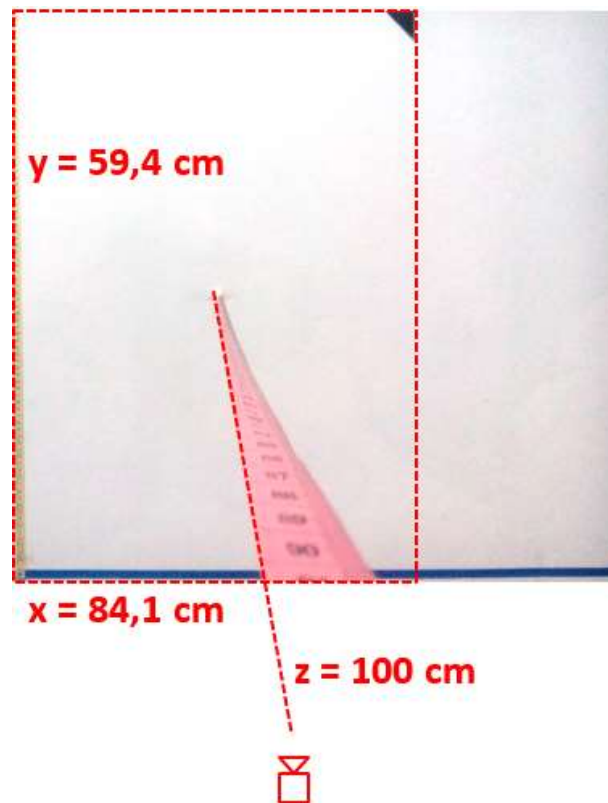
Metode Tradisional

Penetapan elemen proses dan perlakuan pembuatan motif Batik metode tradisional didasari oleh proses pembuatan motif Batik metode tradisional yang kesehariannya dilakukan oleh Subjek 1, Subjek 2, dan Subjek 3 di Anjani Batik Galeri. Elemen proses pembuatan motif Batik metode tradisional terdiri dari pemotongan kain, pembuatan sketsa motif Batik, dan menyalin sketsa motif Batik ke kain. Detail dari elemen proses dan perlakuan dari kasus uji pengukuran waktu proses pembuatan motif batik metode tradisional ditunjukkan pada Tabel 6.13.

Tabel 6.13 Elemen Proses dan Perlakuan Pembuatan Motif Batik Metode Tradisional

No	Elemen Proses	Perlakuan
1	Pemotongan Kain	<p>a) Mengukur kain menggunakan penggaris yang sudah disediakan.</p> <p>b) Ukuran kain yang digunakan Tinggi 84,1 cm x lebar 59,4 cm atau sama dengan ukuran kertas A1. Ukuran kain seluas A1 dipilih karena sudah melebihi ukuran maksimal objek digital yang berarti juga melebihi jarak jangkauan tangan maksimal masyarakat Indonesia. Berdasarkan teknik <i>Field-of-Vision</i> (FoV), jika objek digital seluas A1 ingin dapat ditampilkan di permukaan kain maka pengguna aplikasi harus mundur sejauh 100 cm. Sehingga objek digital seluas A1 yang telah melebihi ukuran maksimal objek digital pada jarak jangkauan tangan masyarakat Indonesia akan direproduksi menggunakan metode <i>Grid</i> yang dimodifikasi pada pengembangan aplikasi <i>Marker-Based Augmented Reality</i>. Ilustrasi pengukuran jarak yang dibutuhkan untuk dapat menampilkan objek digital seluas A1 ditunjukkan dalam Gambar 6.3.</p> <p>c) Pemotongan kain primisima menggunakan gunting yang sudah disediakan</p>
2	Pembuatan Sketsa Motif Batik	Membuat sketsa motif Batik di kertas layang-layang putih dengan cara menggambar menggunakan pensil dengan mengacu pada desain motif

		Batik yang sudah disediakan. Acuan dari desain motif Batik ditunjukkan dalam Gambar 6.4.
3	Menyalin Sketsa Motif Batik ke Kain	Menyalin atau menggambar ulang sketsa motif Batik ke kain menggunakan pensil diatas meja kaca berlampu yang sudah disediakan



Gambar 6.3 Jarak yang dibutuhkan untuk Dapat Menampilkan Objek Digital Berukuran A1



Gambar 6.4 Desain Motif Batik

Aplikasi Batik Tulis Marker-Based Augmented Reality

Penetapan elemen proses dan perlakuan pembuatan motif Batik menggunakan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* berdasarkan prinsip kerja dari teknologi *Marker-Based Augmented Reality*. Elemen proses pembuatan motif Batik menggunakan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* terdiri dari pemotongan kain dan memasang marker dikain. Detail dari elemen proses dan perlakuan dari kasus uji pengukuran waktu proses pembuatan motif Batik menggunakan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* ditunjukkan pada Tabel 6.14.

Tabel 6.14 Elemen Proses dan Perlakuan dari Kasus Uji Pengukuran Waktu Proses Pembuatan Motif Batik Menggunakan Aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality*

No	Elemen Proses	Perlakuan
1	Pemotongan Kain	a) Mengukur kain menggunakan penggaris yang sudah disediakan. b) Ukuran kain yang digunakan tinggi 84,1 cm x lebar 59,4 cm atau sama dengan ukuran kertas A1. Ukuran kain seluas A1 dipilih karena sudah melebihi ukuran maksimal objek digital yang berarti juga melebihi jarak jangkauan tangan maksimal masyarakat Indonesia. Jika objek digital seluas A1 ingin dapat ditampilkan di permukaan kain maka pengguna aplikasi harus mundur sejauh 100 cm. Sehingga objek digital seluas A1 yang telah melebihi ukuran maksimal objek digital pada jarak jangkauan tangan masyarakat Indonesia akan direproduksi menggunakan metode <i>Grid</i> yang dimodifikasi pada pengembangan aplikasi <i>Marker-Based Augmented Reality</i> . Ilustrasi pengukuran jarak yang dibutuhkan untuk dapat menampilkan objek digital seluas A1 ditunjukkan dalam Gambar 6.3 c) Pemotongan kain menggunakan gunting yang sudah disediakan
2	Mamasang marker di kain	a) Menandai kain dengan titik vertex yang mengacu pada Grid yang digunakan pada pengembangan aplikasi b) Memasang marker di kain mengacu pada titik vertex

6.2.1.3 Pengukuran Waktu Proses Pembuatan Motif Batik

Metode Tradisional

Pengukuran waktu proses pembuatan motif Batik cara tradisional dilakukan dengan metode pengamatan secara langsung menggunakan metode jam henti. Dimana Subjek 1 bertugas sebagai pengamat, sedangkan Subjek 2 dan Subjek 3 melaksanakan perlakuan. Detail dari tugas subjek penelitian diuraikan pada Tabel 6.15. Kasus uji pengukuran waktu proses pembuatan motif Batik cara tradisional dilakukan oleh Subjek 2 dan Subjek 3 secara bergantian. Elemen proses dan perlakuan dikerjakan secara berurutan. Jika satu elemen proses benar-benar selesai, baru kemudian melanjutkan elemen proses berikutnya.

Tabel 6.15 Tugas Subjek Penelitian

Subjek Penelitian	Tugas
Subjek 1	1) Mengamati dan mencatat waktu dari perlakuan 2) Mengontrol jalannya perlakuan disetiap elemen prosesnya
Subjek 2	Melaksanakan perlakuan pada Tabel 6.13
Subjek 3	Melaksanakan perlakuan pada Tabel 6.13

Berdasarkan hasil pengamatan Subjek 1 terhadap pengukuran pada elemen proses pemotongan kain, didapatkan bahwa Subjek 2 menghabiskan waktu sebanyak 7,12 menit sedangkan Subjek 3 menghabiskan waktu sebanyak 4,41 menit. Pada elemen proses pembuatan sketsa motif Batik, Subjek 2 menghabiskan waktu sebanyak 21,11 menit sedangkan Subjek 3 menghabiskan waktu sebanyak 27,34 menit. Pada elemen proses menyalin sketsa motif Batik ke kain, Subjek 2 menghabiskan waktu sebanyak 15,02 menit sedangkan Subjek 3 menghabiskan waktu sebanyak 15,42 menit. Dari ketiga elemen proses yang dikerjakan, maka diperoleh rata-rata waktu proses pembuatan motif Batik menggunakan metode tradisional sebesar 45,21 menit. Detail dari pengukuran waktu proses pembuatan motif Batik cara tradisional ditunjukkan pada Tabel 6.16. Sedangkan dokumentasi dari urutan jalannya proses pembuatan motif Batik cara tradisional ditunjukkan dalam Gambar 6.5.

Tabel 6.16 Pengukuran Waktu Proses Pembuatan Motif Batik Metode Tradisional

Elemen Proses		Waktu Proses (Menit)	
		Subjek 2	Subjek 3
1	Pemotongan Kain	7,12	4,41
2	Pembuatan Sektsa Motif Batik	21,11	27,34
3	Menyalin Sketsa Motif Batik ke Kain	15,02	15,42



Gambar 6.5 Proses Pembuatan Motif Batik Cara Tradisional

Aplikasi Batik Tulis Marker-Based Augmented Reality

Pengukuran waktu proses pembuatan motif Batik menggunakan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* dilakukan dengan metode pengamatan secara langsung menggunakan metode jam henti. Dimana Subjek 1 dan peneliti

bertugas sebagai pengamat, sedangkan Subjek 2 dan Subjek 3 melaksanakan perlakuan. Detail dari tugas subjek penelitian diuraikan pada Tabel 6.17. Kasus uji pengukuran waktu proses pembuatan motif Batik menggunakan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* dilakukan oleh Subjek 2 dan Subjek 3 secara bergantian. Elemen proses dan perlakuan dikerjakan secara berurutan. Jika satu elemen proses benar-benar selesai, baru kemudian melanjutkan elemen proses berikutnya.

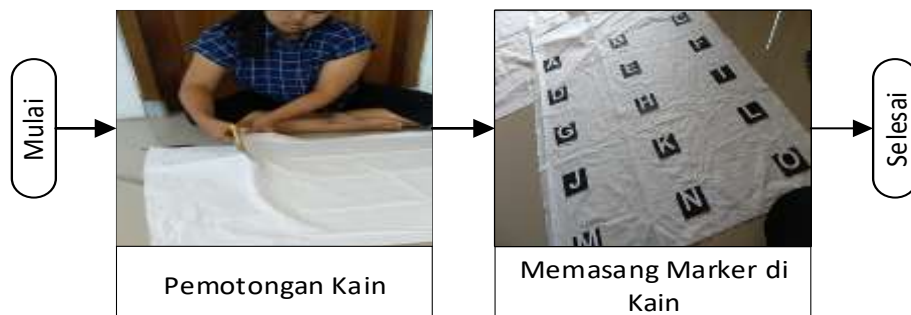
Tabel 6.17 Tugas Subjek Penelitian

Subjek Penelitian	Tugas
Subjek 1	1) Mengamati dan mencatat waktu dari perlakuan 2) Mengontrol jalannya perlakuan disetiap elemen prosesnya
Subjek 2	Melaksanakan perlakuan pada Tabel 6.14
Subjek 3	Melaksanakan perlakuan pada Tabel 6.14

Pengukuran waktu proses pembuatan motif Batik menggunakan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* hanya dilakukan pada elemen proses memasang marker dikain, karena pengukuran waktu elemen proses pemotongan kain telah dilakukan pada kasus uji pengukuran waktu proses pembuatan motif Batik cara tradisional. Pada pengukuran waktu elemen proses memasang *marker* dikain, Subjek 2 menghabiskan waktu sebanyak 3,15 menit sedangkan Subjek 3 menghabiskan waktu sebanyak 3,19 menit. Detail dari hasil pengukuran waktu proses pembuatan motif Batik menggunakan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* ditunjukkan pada Tabel 6.18, sedangkan dokumentasinya ditunjukkan dalam Gambar 6.6.

Tabel 6.18 Hasil Pengukuran Waktu Proses Pembuatan Motif Batik Menggunakan Aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality*

Elemen Proses		Waktu Proses (Menit)	
		Subjek 2	Subjek 3
1	Pemotongan Kain	7,12	4,41
2	Memasang Marker di Kain	3,15	3,19



Gambar 6.6 Dokumentasi proses pembuatan motif Batik menggunakan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality*

6.2.2 Analisis Hasil Pengujian Waktu Proses Pembuatan Motif Batik

Proses pembuatan motif Batik menggunakan cara tradisional terdiri dari pemotongan kain, pembuatan sketsa motif Batik, dan menyalin sketsa motif Batik ke kain. Selama ini, pembuatan sketsa motif Batik dilakukan dengan menggambar rancangan desain motif Batik di kertas menggunakan pensil. Kemudian sketsa motif Batik digunakan sebagai acuan pada saat menyalin sketsa motif Batik ke kain. Menyalin sketsa motif Batik ke kain dilakukan menggunakan pensil dengan meletakkan sketsa dibawah kain seperti dalam Gambar 6.7.

Jika dibandingkan, proses pembuatan motif Batik menggunakan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* elemen prosesnya lebih singkat, karena terdiri dari pemotongan kain dan memasang *marker* di kain. Pemotongan kain pada proses pembuatan motif Batik menggunakan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* sama dengan pemotongan kain pada metode tradisional. Kemudian untuk mendapatkan sketsa motif Batik, subjek hanya perlu memasang *marker* di kain yang dilakukan dengan memasang *marker* sesuai *vertex* dari *Grid* pada kain seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 6.7. Perbandingan elemen proses dari pembuatan motif Batik cara tradisional dibandingkan dengan elemen proses dari pembuatan motif Batik menggunakan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* ditunjukkan dalam Gambar 6.7.



(a) Metode Tradisional



(b) Aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality*

Gambar 6.7 Perbandingan Elemen Proses Pembuatan Motif Batik

Tabel 6.19 Analisis Hasil Pengujian Waktu Proses Pembuatan Motif Batik Metode Tradisional

Elemen Proses		Waktu Proses (Menit)	
		Subjek 2	Subjek 3
1	Pemotongan Kain	7,12	4,41
2	Pembuatan Sektsa Motif Batik	21,11	27,34
3	Menyalin Sketsa Motif Batik ke Kain	15,02	15,42
Jumlah		43,25	47,17
Rata-rata		45,21	

Tabel 6.20 Analisis Hasil Pengujian Waktu Proses Pembuatan Motif Batik Menggunakan Aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality*

Elemen Proses		Waktu Proses (Menit)	
		Subjek 2	Subjek 3
1	Pemotongan Kain	7,12	4,41
2	Memasang <i>Marker</i> di Kain	3,15	3,19
Jumlah		10,27	7,60
Rata-rata		8,93	

Dari hasil membandingkan rata-rata waktu proses membuat motif Batik pada Tabel 6.19 dan Tabel 6.20, didapatkan bahwa waktu proses membuat motif Batik menggunakan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* jauh lebih cepat dibandingkan dengan metode tradisional. Rata-rata waktu pengerjaan pada proses membuat motif Batik menggunakan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* adalah 8,93 menit. Sedangkan rata-rata waktu pengerjaan pada proses membuat motif Batik menggunakan cara tradisional adalah 45,21 menit. Artinya, proses membuat motif Batik menggunakan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* dapat menghemat waktu sebesar 36,28 menit atau 80,24 %. Perbandingan waktu proses pembuatan motif Batik ditunjukkan pada Diagram 6.1.

Efisiensi tersebut berhasil dilakukan karena dengan menggunakan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality*, pembatik tidak perlu menyalin motif Batik ke kain yang menjadi kesulitan pada penelitian Rinawati (2013). Setelah kain dipotong, proses membuat motif Batik menggunakan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* hanya perlu memasang *marker* di kain. Selanjutnya motif Batik ditampilkan dipermukaan kain menggunakan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* yang ditunjukkan dalam Gambar 6.8. Sehingga dapat menghemat waktu dan elemen proses pada proses membuat motif Batik.

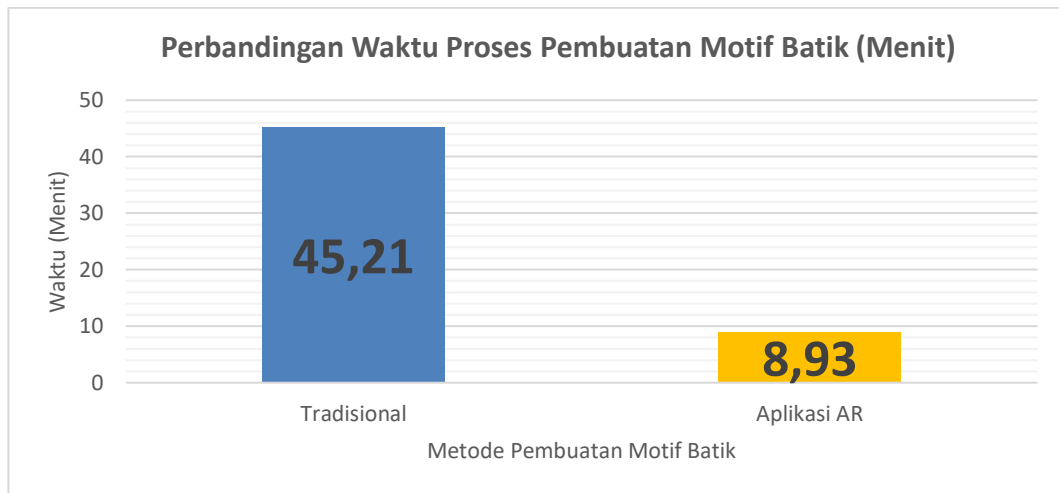


Diagram 6.1 Perbandingan Waktu Proses Pembuatan Motif Batik



Gambar 6.8 Pembuatan Motif Batik Menggunakan Aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality*

BAB 7 PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian beserta analisis dari penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Ukuran maksimal dari objek digital yang dapat ditampilkan oleh aplikasi *Marker-Based Augmented Reality* pada jarak jangkauan tangan berhasil didapatkan dengan menggunakan teknik Field-of-Vision (FoV). Ukuran maksimal dari objek digital yang dapat ditampilkan oleh aplikasi *Marker-Based Augmented Reality* pada jarak jangkauan tangan masyarakat Indonesia adalah $\leq 77 \times 54$ cm.
2. Metode *Grid* berhasil dimodifikasi menjadi *vertex marker* dengan menghilangkan *edge* dan tetap mempertahankan *vertex* sebagai acuan pemasangan *marker*. Berdasarkan hasil analisis dari pengujian fungsional, *vertex marker* berhasil berfungsi untuk mereproduksi objek digital berukuran besar. Keberhasilan mereproduksi objek digital berukuran besar ditunjukkan dengan berhasil menampilkan potongan objek digital secara tunggal dan berhasil menampilkan banyak potongan objek digital seolah-olah tetap utuh.
3. Vertex marker berhasil diimplementasikan pada pengembangan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* dengan menggunakan Vuforia Framework di *Unity* 2019.1.1f1. Personal. Berdasarkan hasil analisis dari pengujian fungsional, aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* berhasil berfungsi mendeteksi setiap *vertex marker* dan menampilkan objek motif Batik Tulis dikain dalam jangkauan tangan pengguna.
4. Berdasarkan analisis hasil pengukuran waktu proses pembuatan motif Batik, dapat disimpulkan bahwa waktu proses membuat motif Batik menggunakan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* jauh lebih cepat dibandingkan dengan metode tradisional. Proses pembuatan motif Batik menggunakan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* dapat mengefisiensi waktu sebesar 36,28 menit atau 80,24 % dari waktu proses pembuatan motif Batik dengan metode tradisional. Efisiensi dapat terjadi karena tahap pembuatan sketsa motif Batik dan tahap menyalin sketsa motif Batik ke kain dari metode tradisional digantikan dengan tahap memasang marker di kain menggunakan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality*.

7.2 Saran

Penelitian ini menghasilkan aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* yang akan diimplementasikan pada industri Batik Tulis. Namun, untuk dapat diimplementasikan pada industri Batik Tulis penelitian ini harus dikembangkan lagi pada aspek kemudahan pemakaian dari aplikasi Batik Tulis *Marker-Based Augmented Reality* ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Abhijitsinh Jadeja, Richa Mehta, D. S. (2016). New Era of Teaching Learning: 3D Marker Based Augmented Reality. *International Journal of Information Sciences and Techniques (IJIST)*, Vol.6. <https://doi.org/10.5121/ijist.2016.6209>
- Adrianto, D., Luwinda, F. A., & Yesmaya, V. (2016). Augmented Reality Implementation in Watch Catalog as e-Marketing Based on Mobile Application. *International Conference on Computing and Applied Informatics*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/801/1/012008>
- Chun, L. meng, Arshad, H., Nizam, S. S. M., & Shukri, S. A. A. (2017). A Usability Evaluation of an Interactive Application for Halal Products Using Optical Character Recognition and Augmented Reality Technologies. *The 2nd International Conference on Applied Science and Technology*. <https://doi.org/10.1063/1.5005417>
- Flowers, B. A. (2014). *GRID-BASED OUTDOOR OBJECT RECOGNITION FOR AUGMENTED REALITY* [University of Rhode Island]. <https://digitalcommons.uri.edu/theses/435/>
- Inc, P. (2019). *Vuforia Developer Portal*. <https://developer.vuforia.com/>
- Indonesia, A. (2018). *Antropometri Indonesia*. http://antropometriindonesia.org/index.php/detail/artikel/4/10/data_antropometri
- Kusuma, W. T., Supianto, A. A., & Tolle, H. (2019). Vertex markers: Modification of grid methods as markers to reproduce large size augmented reality objects to afford hands. *International of Journal Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 10. <https://doi.org/10.11591/ijece.v10i1.pp%25p>
- Li, W., Nee, A. Y. C., & Ong, S. K. (2017). A State-of-the-Art Review of Augmented Reality in Engineering Analysis and Simulation. *Multimodal Technologies and Interaction MDPI*. <https://doi.org/10.3390/mti1030017>
- Lytridis, C., Tsinakos, A., & Kazanidis, I. (2018). ARTutor—An Augmented Reality Platform for Interactive Distance Learning. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*. <https://doi.org/10.3390/educsci8010006>
- McArdle, T. (2018). *The Grid Method*. Art Is Fun. <https://www.art-is-fun.com/grid-method/>
- Nies, D. (2008). *Zeichnen in der Gartengestaltung*. Eugen Ulmer.
- Rinawati, D. I., Puspitasari, D., & Muljadi, F. (2013). PENGELOLAAN PRODUKSI MENGGUNAKAN PENDEKATAN LEAN AND GREEN UNTUK MENUJU INDUSTRI BATIK YANG BERKELANJUTAN (STUDI KASUS DI UKM BATIK PUSPA KENCANA). *J@TI Undip*, 8. <https://doi.org/10.12777/jati.8.1.43-50>
- Schueffel, P. (2017). The Concise FINTECH COMPENDIUM. In *Institute of Finance*

- School of Management Fribourg*. Institute of Finance School of Management Fribourg. <http://www.heg-fr.ch/EN/School-of-Management/Communication-and-Events/events/Pages/EventViewer.aspx?Event=patrick-schuffel.aspx>
- Siltanen, S. (2012). *Theory and applications of marker-based augmented reality*. Technical Research Centre of Finland. <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>
- South, H. (2017). *Drawing and Copying Pictures Using a Grid*. ThoughtCo. <https://www.thoughtco.com/grid-drawing-overview-1123090>
- Taçgın, Z., Ulucay, N., & Ozuag, E. (2016). Designing and Developing an Augmented Reality Application: A Sample of Chemistry Education. *Journal of The Turkish Chemical Society, Cilt 1*(Sayı 1), Sayfa 147-164.
- Vora, D., Udeshi, D., Bhatti, T., Desai, A., & Lade, N. (2018). Marker Based Augmented Reality Techniques: Review. *IOSR Journal of Engineering*, 3.
- Waruwu, A. F., Bayupati, I. P. A., & Putra, I. K. G. D. (2015). Augmented Reality Mobile Application of Balinese Hindu Temples: DewataAR. *I. J. Computer Network and Information Security*, 2, 59–66. <https://doi.org/10.5815/ijcnis.2015.02.07>
- Zainuddin, Z., Areni, I. S., & Wirawan, R. (2016). Aplikasi Augmented Reality pada Sistem Informasi Smart Building. *JNTETI*, 5. <https://doi.org/10.22146/jnteti.v5i3.258>